



UNIVERSIDAD DE GRANADA

SIMULACIÓN DE SISTEMAS
GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA

PRÁCTICA 2

MODELOS DE MONTE CARLO. GENERADORES DE DATOS

Autor

José María Sánchez Guerrero

Rama

Computación y Sistemas Inteligentes



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS INFORMÁTICA Y DE
TELECOMUNICACIÓN

CURSO 2019-2020

Índice general

1. Mi segundo modelo de simulación de MonteCarlo	2
1.1. Experimentación inicial	2
1.2. Modificaciones del modelo	5
1.2.1. Cantidad fija de devolución	5
1.2.2. Cantidad relativa de devolución	7
2. Generadores de datos	9
2.1. Mejorando los generadores	9
2.1.1. Generadores ordenados	9
2.1.2. Implementación con búsqueda binaria	9
2.1.3. Mejora de eficiencia en el generador a	9
2.2. Generadores congruenciales	9

Capítulo 1

Mi segundo modelo de simulación de MonteCarlo

Un establecimiento se abastece diariamente de un cierto producto, y necesita decidir cuántas unidades s de ese producto pedir cada día. Se desea encontrar el valor de s donde se maximice la ganancia esperada. Obtenemos una ganancia de x euros por unidad vendida, y una pérdida de y euros si no se ha vendido al final del día. También contaremos con un valor de demanda, el cual serán los productos solicitados cada día y seguirán una distribución de probabilidad \mathbf{P} con el cual jugaremos para ver los distintos resultados que nos ofrecerán.

1.1. Experimentación inicial

Empezaremos por un modelo de MonteCarlo inicial, en el cual representaremos todas las variables anteriores en el código para calcular la ganancia, y también dispondremos de varias distribuciones para calcular la demanda de productos solicitados. La ganancia viene determinada por lo siguiente:

$$g(s, x, y, d) = \begin{cases} x * s & \text{si } d \geq s \\ x * d - (s - d) * y & \text{si } d < s \end{cases} \quad (1.1)$$

Y tendremos estas tres tipos de distribuciones que podremos seleccionar en el código la que queramos. Hay que tener en cuenta que la simulación será para 100 valores de s , por lo que esto influirá también en las distribuciones:

- $P(D = d)$ se distribuye uniformemente entre 0 y 99

- $P(D = d)$ es proporcional a $100 - d$, $\forall d = 0, 1, 2, \dots, 99$
- $P(D = d)$ tiene una distribución "triangular" que crece con $d/2500$ entre 0 y 50; y decrece con $(100 - d)/2500$ entre 50 y 99.

Por último, como vamos a ejecutar un modelo varias **veces**, tendremos que obtener la media para cada s y también la desviación típica con la fórmula

$$desviaciont = \sqrt{\frac{sum2 - veces * gananciaesperada * gananciaesperada}{veces - 1}} \quad (1.2)$$

El código de este ejercicio está en el archivo *generadores.c*, proporcionado junto a la memoria. Vamos a ejecutarlo con distintos parámetros para ver cómo afectan al modelo. La ejecución la vamos a dividir en tres: una para $x = 10, y = 1$; otra para $x = 10, y = 5$; y la última para $x = 10, y = 10$. Los valores de las tablas serán tanto la ganancia como la desviación típica para los distintos valores de *veces* y contrastaremos los resultados.

Estos han sido los resultados para la distribución **uniforme**:

Veces	s	Ganancia	Desviación	Veces	s	Ganancia	Desviación
100	86	495.68	316.09	100	78	322.40	285.75
1000	91	472.38	308.29	1000	69	297.04	243.19
5000	90	457.66	310.85	5000	71	289.95	244.48
10000	91	454.09	311.94	10000	72	287.13	227.74
100000	87	450.85	304.69	100000	67	283.75	235.86

Cuadro 1.1: $x = 10, y = 1$

Cuadro 1.2: $x = 10, y = 5$

Veces	s	Ganancia	Desviación
100	83	493.40	217.66
1000	77	476.39	212.23
5000	76	466.11	205.99
10000	76	466.78	206.22
100000	79	464.94	212.76

Cuadro 1.3: $x = 10, y = 10$

Como podemos ver....

Estos han sido los resultados para la distribución **proporcional**:

Veces	s	Ganancia	Desviación	Veces	s	Ganancia	Desviación
100	86	495.68	316.09	100	78	322.40	285.75
1000	91	472.38	308.29	1000	69	297.04	243.19
5000	90	457.66	310.85	5000	71	289.95	244.48
10000	91	454.09	311.94	10000	72	287.13	227.74
100000	87	450.85	304.69	100000	67	283.75	235.86

Cuadro 1.4: $x = 10, y = 1$ Cuadro 1.5: $x = 10, y = 5$

Veces	s	Ganancia	Desviación
100	83	493.40	217.66
1000	77	476.39	212.23
5000	76	466.11	205.99
10000	76	466.78	206.22
100000	79	464.94	212.76

Cuadro 1.6: $x = 10, y = 10$

Como podemos ver.....

Estos han sido los resultados para la distribución **triangular**:

Veces	s	Ganancia	Desviación	Veces	s	Ganancia	Desviación
100	86	495.68	316.09	100	78	322.40	285.75
1000	91	472.38	308.29	1000	69	297.04	243.19
5000	90	457.66	310.85	5000	71	289.95	244.48
10000	91	454.09	311.94	10000	72	287.13	227.74
100000	87	450.85	304.69	100000	67	283.75	235.86

Cuadro 1.7: $x = 10, y = 1$ Cuadro 1.8: $x = 10, y = 5$

Veces	s	Ganancia	Desviación
100	83	493.40	217.66
1000	77	476.39	212.23
5000	76	466.11	205.99
10000	76	466.78	206.22
100000	79	464.94	212.76

Cuadro 1.9: $x = 10, y = 10$

Vemos que-.....

1.2. Modificaciones del modelo

1.2.1. Cantidad fija de devolución

En este apartado vamos a modificar el modelo construido anteriormente, de tal forma que el establecimiento pueda devolver las unidades no vendidas. De esta forma hay que pagar una cantidad fija de z euros de gastos de devolución de las unidades no vendidas, en vez de tener una pérdida de y euros por unidad. Esta cantidad no varía, a menos que la $z = 0$.

La función de ganancia ahora sería:

$$g(s, x, y, d) = \begin{cases} x * s & \text{si } d \geq s \\ x * d - z & \text{si } d < s \end{cases} \quad (1.3)$$

Estará implementada en el código *generadoresModificados.c* y las pruebas que vamos a realizar con él van a ser las mismas que hicimos anteriormente, y así poder comparar unos resultados con otros. Las ejecuciones nos han dado las siguientes tablas:

Veces	s	Ganancia	Desviación	Veces	s	Ganancia	Desviación
100	86	495.68	316.09	100	78	322.40	285.75
1000	91	472.38	308.29	1000	69	297.04	243.19
5000	90	457.66	310.85	5000	71	289.95	244.48
10000	91	454.09	311.94	10000	72	287.13	227.74
100000	87	450.85	304.69	100000	67	283.75	235.86

Cuadro 1.10: $x = 10, y = 1$

Cuadro 1.11: $x = 10, y = 5$

Veces	s	Ganancia	Desviación
100	83	493.40	217.66
1000	77	476.39	212.23
5000	76	466.11	205.99
10000	76	466.78	206.22
100000	79	464.94	212.76

Cuadro 1.12: $x = 10, y = 10$

Como podemos ver....

Estos han sido los resultados para la distribución **proporcional**:

Veces	s	Ganancia	Desviación	Veces	s	Ganancia	Desviación
100	86	495.68	316.09	100	78	322.40	285.75
1000	91	472.38	308.29	1000	69	297.04	243.19
5000	90	457.66	310.85	5000	71	289.95	244.48
10000	91	454.09	311.94	10000	72	287.13	227.74
100000	87	450.85	304.69	100000	67	283.75	235.86

Cuadro 1.13: $x = 10, y = 1$ Cuadro 1.14: $x = 10, y = 5$

Veces	s	Ganancia	Desviación
100	83	493.40	217.66
1000	77	476.39	212.23
5000	76	466.11	205.99
10000	76	466.78	206.22
100000	79	464.94	212.76

Cuadro 1.15: $x = 10, y = 10$

Como podemos ver.....

Estos han sido los resultados para la distribución **triangular**:

Veces	s	Ganancia	Desviación	Veces	s	Ganancia	Desviación
100	86	495.68	316.09	100	78	322.40	285.75
1000	91	472.38	308.29	1000	69	297.04	243.19
5000	90	457.66	310.85	5000	71	289.95	244.48
10000	91	454.09	311.94	10000	72	287.13	227.74
100000	87	450.85	304.69	100000	67	283.75	235.86

Cuadro 1.16: $x = 10, y = 1$ Cuadro 1.17: $x = 10, y = 5$

Veces	s	Ganancia	Desviación
100	83	493.40	217.66
1000	77	476.39	212.23
5000	76	466.11	205.99
10000	76	466.78	206.22
100000	79	464.94	212.76

Cuadro 1.18: $x = 10, y = 10$

Podemos ver que las tablas.....

1.2.2. Cantidad relativa de devolución

Por último, vamos a 'fusionar' los dos últimos casos en uno. Si el valor z es relativamente grande, no interesará pagar esa cantidad de dinero cuando queden pocas unidades sin vender. Por otro lado, cuando el número de unidades no vendidas sea pequeño, es preferible asumir la pérdidas de y que tener que pagar los gastos de devolución.

La función de la ganancia se nos quedaría de la siguiente forma:

$$g(s, x, y, d) = \begin{cases} x * s & \text{si } d \geq s \\ x * d - \min\{z, (s - d) * y\} & \text{si } d < s \end{cases} \quad (1.4)$$

También estará implementada en *generadoresModificados.c*, y para ejecutarla, tendremos que cambiar el parámetro *modificacion* = 2. El resto de valores, se mantendrán exactamente iguales que en las ejecuciones anteriores. Los resultados han sido los siguientes:

Veces	s	Ganancia	Desviación	Veces	s	Ganancia	Desviación
100	86	495.68	316.09	100	78	322.40	285.75
1000	91	472.38	308.29	1000	69	297.04	243.19
5000	90	457.66	310.85	5000	71	289.95	244.48
10000	91	454.09	311.94	10000	72	287.13	227.74
100000	87	450.85	304.69	100000	67	283.75	235.86

Cuadro 1.19: $x = 10, y = 1$

Cuadro 1.20: $x = 10, y = 5$

Veces	s	Ganancia	Desviación
100	83	493.40	217.66
1000	77	476.39	212.23
5000	76	466.11	205.99
10000	76	466.78	206.22
100000	79	464.94	212.76

Cuadro 1.21: $x = 10, y = 10$

Como podemos ver....

Estos han sido los resultados para la distribución **proporcional**:

Veces	s	Ganancia	Desviación	Veces	s	Ganancia	Desviación
100	86	495.68	316.09	100	78	322.40	285.75
1000	91	472.38	308.29	1000	69	297.04	243.19
5000	90	457.66	310.85	5000	71	289.95	244.48
10000	91	454.09	311.94	10000	72	287.13	227.74
100000	87	450.85	304.69	100000	67	283.75	235.86

Cuadro 1.22: $x = 10, y = 1$ Cuadro 1.23: $x = 10, y = 5$

Veces	s	Ganancia	Desviación
100	83	493.40	217.66
1000	77	476.39	212.23
5000	76	466.11	205.99
10000	76	466.78	206.22
100000	79	464.94	212.76

Cuadro 1.24: $x = 10, y = 10$

Como podemos ver.....

Estos han sido los resultados para la distribución **triangular**:

Veces	s	Ganancia	Desviación	Veces	s	Ganancia	Desviación
100	86	495.68	316.09	100	78	322.40	285.75
1000	91	472.38	308.29	1000	69	297.04	243.19
5000	90	457.66	310.85	5000	71	289.95	244.48
10000	91	454.09	311.94	10000	72	287.13	227.74
100000	87	450.85	304.69	100000	67	283.75	235.86

Cuadro 1.25: $x = 10, y = 1$ Cuadro 1.26: $x = 10, y = 5$

Veces	s	Ganancia	Desviación
100	83	493.40	217.66
1000	77	476.39	212.23
5000	76	466.11	205.99
10000	76	466.78	206.22
100000	79	464.94	212.76

Cuadro 1.27: $x = 10, y = 10$

Podemos ver que las tablas.....

Capítulo 2

Generadores de datos

Este modelo de simulación lo vamos a tratar con el problema del *aparcamiento*, en el cual un coche se dispone a aparcar a una distancia x de su destino. También dispondremos de variables como el número de plazas que alcanza a ver el conductor desde su posición o la probabilidad de que esa plaza esté ocupada o no. El ejercicio consiste en elegir una plaza de aparcamiento c en la cual el conductor, ni se qu

2.1. Mejorando los generadores

Para hacernos una idea de los valores que obtendremos y los parámetros que más afectan al rendimiento de este modelo, vamos a realizar una ejecución inici

2.1.1. Generadores ordenados

2.1.2. Implementación con búsqueda binaria

2.1.3. Mejora de eficiencia en el generador a

2.2. Generadores congruenciales

Para hacernos una idea de los valores que obtendremos y los parámetros que más afectan al rendimiento de este modelo, vamos a realizar una ejecución inici