

Simulación manual

Carlos Javier Uribe Martes

Ingeniería Industrial
Universidad de la Costa

Febrero 22, 2020

Contenido

- 1 Simulación manual
- 2 Modelos de colas
- 3 Modelos de inventario

Simulación de eventos discretos

- Aunque la simulación por eventos discretos puede conceptualmente realizarse a mano, la cantidad de datos que deben almacenarse y manipularse para la mayoría de las aplicaciones reales involucra el uso de un computador.

Simulación manual

Reloj de la simulación

- Dada la naturaleza dinámica de los modelos de simulación por eventos discretos, se requiere hacer seguimiento del valor actual del *tiempo simulado*.
- De igual forma, se requiere un mecanismo para avanzar el tiempo simulado de un valor a otro.
- La variable dentro de un modelo de simulación que guarda el valor actual del tiempo simulado se llama *reloj de la simulación*.

¿Cómo empezar a simular?

- Hasta que se encuentre cómodo con sus competencias de modelado se recomienda responder a las siguientes preguntas:
 - ¿Cuál es el sistema? ¿Qué información se conoce del sistema?
 - ¿Cuáles son las medidas de desempeños requeridas?
 - ¿Cuáles son las entidades? ¿Qué información debe ser almacenada o tomada en cuenta para cada entidad? ¿Cómo ingresan las entidades al sistema?
 - ¿Cuáles son los recursos que utilizan las entidades? ¿Qué entidades usan cuáles recursos y cómo?
 - ¿Cuáles son los flujos del proceso? Diagrame el flujo del proceso o un diagrama de actividad preliminar.
 - Desarrolle un pseudo-código para el modelo o un modelo conceptual completo.

Simulación manual

- El analista debe definir:

- 1 Entradas: Parámetros exógenos que, usualmente, son independientes de otras características del sistema.
- 2 Salidas: Valores utilizados para calcular las medidas de desempeño del sistema (respuestas o indicadores).
- 3 Estados del sistema: Conjunto de variables de estado que definen el sistema en un momento dado.

Pasos para realizar una simulación manual

- Se recomienda al analista seguir estas pautas:
 - 1 Determine las características de cada entrada.
 - 2 Determine las actividades, eventos y estados del sistema relevantes.
 - 3 Determine el resumen de las medidas de desempeño requeridas.
 - 4 Determinar las salidas requeridas para calcular las medidas de desempeño.
 - 5 Construir una tabla de simulación.
 - 6 En cada paso, genere un valor para las actividades, encuentre los estados del sistema y calcule las salidas.
 - 7 Cuando termine la simulación, utilice las salidas para calcular las medidas de desempeño.

Tablas de simulación

- Se diseña de forma tal que cada paso dependa únicamente de entradas del modelo o de uno o varios pasos o valores previamente computados.

Tablas de simulación

Columnas

- Cada columna puede contener:
 - 1 Una actividad asociada con una entrada del modelo.
 - 2 Una variable aleatoria definida como una entrada del modelo.
 - 3 Un estado del sistema.
 - 4 Un evento, o la hora del reloj de un evento.
 - 5 Una salida del modelo.
 - 6 Una respuesta o indicador.

Tablas de simulación

Filas

- Cada fila puede representar:
 - 1 La ocurrencia de uno o más eventos.
 - 2 El progreso de una entidad a través del sistema.

Uso de aleatorios

- Es una buena práctica utilizar una secuencia de aleatorios y continuar de una manera sistemática, sin utilizar más de una vez la misma secuencia en un problema dado.
- Si la misma secuencia es usada de forma repetida, pueden ocurrir sesgos estadísticos u otros efectos no deseados que afecten los resultados.

Simulación de un modelo de colas

- Los estados del sistema de un modelo de colas consisten en el número de unidades en el sistema y el estado del sistema (ocupado o desocupado).
- Los eventos típicos representan la llegada de un nuevo cliente, el inicio de la atención y la salida de un cliente.

Tabla de simulación para un modelo de colas

- La simulación de colas requiere conservar una lista de eventos para determinar qué sigue a continuación, llamada *calendario de eventos*.

Tabla de simulación para un modelo de colas

Cliente número	T. entre llegada (activ.)	Hora llegada (reloj)	Hora inicio servicio (reloj)	T. de servicio (activ.)	Hora fin servicio (reloj)
1	0	0	0	2	2
2	2	2	2	1	3
3	4	6	6	3	9
4	1	7	9	2	11
5	2	9	11	1	12
6	6	15	15	4	19

Calendario de eventos

Evento	Cliente número	Hora del reloj
Llegada	1	0
Salida	1	2
Llegada	2	2
Salida	2	3
Llegada	3	6
Llegada	4	7
Salida	3	9
Llegada	5	9
Salida	4	11
Salida	5	12
Llegada	6	15
Salida	6	19

Medidas de desempeño

- Algunas de las medidas de desempeño de interés son:

$$\text{T. promedio de espera} = \frac{\text{T. total de espera de los clientes}}{\text{Número total de clientes}}$$

$$\text{Probabilidad de esperar} = \frac{\text{Número de clientes que esperan}}{\text{Número total de clientes}}$$

$$\text{Utilización del servidor} = \frac{\text{T. total que el servidor está ocupado}}{\text{T. total de la simulación}}$$

$$\text{T. promedio de los clientes en fila} = \frac{\text{T. total de espera de los clientes}}{\text{No. total de clientes que esperan}}$$

$$\text{T. promedio en el sistema} = \frac{\text{T. total de los clientes en el sistema}}{\text{No. total de clientes}}$$

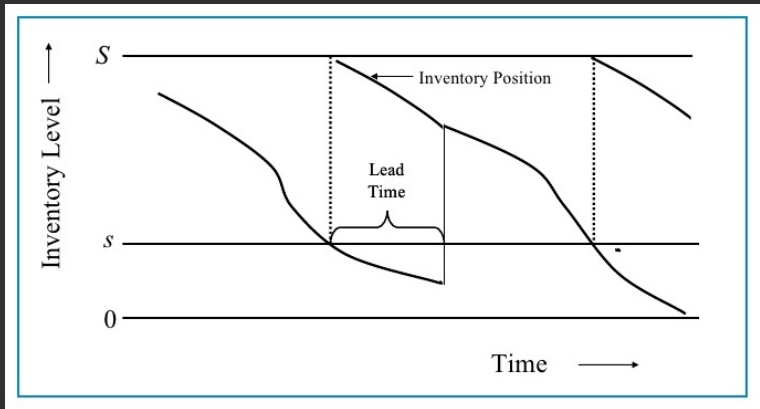
Simulación de un modelo de inventarios

- Los estados del sistema se refieren al nivel de inventario actual, pedidos pendientes, existencia de *backorders*.
- Los eventos que pueden ocurrir se relacionan con la demanda de unidades del inventario, la revisión de la posición del inventario y la decisión resultante de hacer una orden y la llegada de un pedido.

Sistema de inventarios (s, S)

- Una política de inventarios (s, S) , es un sistema de revisión continua.
- Si el inventario se encuentra en un nivel igual o menor que s se solicitan suficientes unidades para llevar el inventario a un nivel S .
- El *lead time*, l , puede ser variable.
- La demanda por lo general no se conoce con certeza, por lo que puede modelarse a través de una variable aleatoria.
- Puede o no admitirse la ocurrencia de *backorders*.

Sistema de inventarios (s, S)



Parámetros de interés

- Las políticas de inventario tienen varios parámetros, algunos controlables y otros no.
- Entre los parámetros controlables se encuentran:
 - Inventario máximo, S .
 - Inventario de seguridad, s .
 - Lead time, l .
 - Periodo de revisión, t .

Tabla de simulación para un modelo de inventarios

Día (rlj)	Inv. inicial (estado)	Demanda (entrada)	Inv. final (est.)	Faltante (estado)	Orden pend. (est.)	Días para llegada orden (estado)
0	-	-	3	0	8	2
1	3	2	1	0	8	1
2	1	1	8	0		
3	8	2	6	0		
4	6	1	5	0		
5	5	2	3	0	8	1
6	3	3	8	0		
7	8	2	6	0		
8	6	3	3	0	8	2
9	3	2	1	0	8	1
10	1	3	6	0		

Medidas de desempeño

- Algunas medidas de desempeño de interés son:
 - Ingresos totales por ventas.
 - Costos totales de la política de inventario.
 - Inventario a la mano promedio.
 - Nivel de backorders promedio.
 - Ciclo del inventario promedio.

Referencias



Banks, J., Carson II, J. S., Nelson, B. L. y Nicol, D. M. *Discrete-Event System Simulation*. Fifth (Pearson, 2014).



Law, A. M. *Simulation modeling and analysis*. Fifth (McGraw-Hill, 2015).



Rossetti, M. D. *Simulation modeling and Arena*. (John Wiley & Sons, 2015).

