**INTERACTIVIDAD**

HTML – Acordeón

Instrucciones: favor colocar contenido en la interactividad indicada. Cada subtítulo es un botón de la interactividad. Cada uno a su vez tiene un videotutorial que se debe desarrollar, los guiones se encuentran en una carpeta con el mismo nombre de este documento.

**Modelación de sistemas discretos en tres programas diferentes.**

**1. Ejemplo: Simulación de un servidor en espera con Excel.**

**Planteamiento:**

Se encuentra en un banco donde solo hay una persona encargada de la atención del servicio al cliente, no es posible conocer de antemano el tiempo de llegada de cada uno de los clientes. Si no hay personas en la fila, el cliente puede pasar directamente con el asesor, pero de no ser así, debe unirse a la fila de espera. Por otra parte, tampoco es conocido el tiempo que tarda el asesor en atender un cliente. Por último, asuma que hay un horario de cierre de operaciones desde el cual no se permite que más personas estén esperando, pero aquellas en fila serán atendidas.

Realice una simulación suponiendo que el número de personas que han llegado pasado un tiempo desde que inició operaciones sigue un proceso de Poisson de por hora. Además, el tiempo que tarda una persona en ser atendida sigue una distribución exponencial con por hora. Finalmente, asuma que el tiempo máximo de atención son 5 horas.

**Desarrollo:**

Reconocer los tipos de variables que permite iniciar la estructuración del modelo con el cual se realizará la simulación. Las preguntas a resolver son:

* ¿Cuáles son los posibles estados del sistema?
* ¿Cuáles son las variables del sistema?
* ¿Cuándo se producen los cambios de estado?

Para la primera pregunta, la respuesta es que hay dos posibles estados, el recepcionista está *libre* u *ocupado*. Las variables del sistema son cuatro, la primera corresponde a la variable temporal . Las variables de conteo son: el número de personas que han llegando antes del tiempo () y el número de personas que han sido atendidas antes del tiempo (). Por último, falta la variable de estado del sistema, esta determina si el recepcionista está libre u ocupado, se llamará y contará el número de personas que hay en fila en el tiempo . Si , el recepcionista está libre, pero si se considerará al recepcionista ocupado.

Con el fin de determinar el momento en que ocurrirá el siguiente evento, es decir, cuando se presentará un cambio en los estados; se deben enlistar los eventos posibles a suceder y el instante en que se espera ocurran. Para este caso, la lista de eventos estará dada por parejas de valores ( , ) donde la primera indica el tiempo de llegada del usuario y la segunda el tiempo en que dejó el establecimiento. Cuando no hay clientes en espera, se supone que pues no se conoce el tiempo en que cambiará el estado.

El proceso de la simulación se explicará mediante el siguiente pseudoalgoritmo, su implementación se realizará con la herramienta Excel y se explicará luego en un video.

Se denotará y el i-ésimo tiempo generado por las variables aleatorias Poisson y exponencial, respectivamente. Si las distribuciones de probabilidad son diferentes, igualmente se usa el siguiente pseudoalgoritmo.

|  |  |
| --- | --- |
| **INICIO:**  **Generar**  y definir  **Mientras** mín(  **Si** mín(    **Si**  Fin  Fin  **Si** mín(    **Si**  Si no  Fin  Fin  Fin  Para hasta  Fin | Se define el tiempo en que se espera llegue el primer cliente.  Indica que aún no se ha pasado del tiempo de cierre.  Desplazamiento hasta que llega una persona a la fila.  Aumentamos en uno el número de personas que han llegado.  Aumentamos en uno el número de personas en fila.  Tiempo de espera del siguiente cliente.  Tiempo de atención al cliente que esta en servicio.  Desplazamiento hasta que salga la persona que estaba siendo atendida.  Aumentamos en uno el número de personas atendidas.  Reducimos en uno el número de personas en fila.  Tiempo de espera del siguiente cliente.  Tiempo de atención al cliente que es infinito hasta que alguien llegue.  Tiempo de atención al próximo cliente que estaba en fila.  Se ha llegado a la hora de cierre, solo faltan por atender las personas en la fila, pero no hay personas nuevas.  Desplazamiento hasta que salga la persona que estaba siendo atendida.  Aumentamos en uno el número de personas atendidas.  Tiempo de atención al próximo cliente que estaba en fila.    Tiempo de salida del último cliente una vez se ha cerrado. |

Bajo este algoritmo se realizará la simulación usando el generador de valores aleatorios de Excel.

En este punto debe ir un videotutorial. El guión y el archivo de Excel a utilizar se encuentra en una carpeta con el mismo nombre de este documento. Se deja tal cual el video propuesto por el autor. De hecho es mucho mejor desarrollarlo con él, pues fue quien lo creó.

Nombre del título del video: **Ejercicio tiempo de espera**

El siguiente código corresponde a una implementación de este algoritmo en MATLAB.

function simulacion(x,y,T)

A (1) =0;

S(1)=0;

n(1)=0;

ta=x (1);

ts=Inf;

i=1;

t=0;

fprintf('i \t t \t A \t S \t n \t ta \t ts \t min \n');

fprintf('%d \t%d \t%d \t%d \t%d \t%d \t%d \t%d \n',i,t,A(i),S(i),n(i),ta,ts,ta);

while min(ta,ts)<=T

i=i+1;

if min(ta,ts)== ta

t=ta;

A(i)=A(i-1)+1;

n(i)=n(i-1)+1;

ta=x(A(i)+1);

S(i)=S(i-1);

if n(i)==1

ts=t+y(S(i)+1);

end

else

t=ts;

S(i)=S(i-1)+1;

n(i)=n(i-1)-1;

A(i)=A(i-1);

ta=x(A(i)+1);

if n(i)== 0

ts=Inf;

else

ts=t+y(S(i)+1);

end

end

fprintf('%d \t%d \t%d \t%d \t%d \t%d \t%d \t%d\n',i,t,A(i),S(i),n(i),ta,ts, min(ta,ts));

end

M=n(i);

for k=M:-1:1

i=i+1;

t=ts;

S(i)=S(i-1)+1;

ts=t+y(S(i)+1);

A(i)=A(i-1);

fprintf('%d \t%d \t%d \t%d \t%d \t%d \t%d \t%d\n',i,t,A(i),S(i),n(i),ta,ts, min(ta,ts));

end

**2. Ejemplo: Simulación de dos servidores en paralelo con FlexSim 2018**

**Planteamiento:**

Este ejercicio es similar al ejemplo anterior, la diferencia es que en esta ocasión existen más de un cajero. Vamos a suponer que si ambos cajeros están desocupados, siempre será el primer cajero quien atienda a las personas. Aunque se llevará el registro del número de personas que han salido del sistema, no va a ocurrir que las personas salgan en el mismo orden que ingresaron. Así, lo que se hará es otorgarle un distintivo a cada uno, por tanto, serán enumerados.

Realice una simulación suponiendo que el número de personas que han llegado pasado un tiempo desde que inició operaciones sigue un proceso de Poisson de por hora. Además, el tiempo que tarda una persona en ser atendida en el primer cajero sigue una distribución exponencial con por hora y en el segundo cajero, por hora. Finalmente, asuma que el tiempo máximo de atención son 5 horas.

**Desarrollo:**

Nuevamente solo hay dos posibles estados en cada cajero, *libre* u *ocupado*. Las variables del sistema corresponden a: la variable temporal , el número de personas que han llegando antes del tiempo (), el número de personas que han sido atendidos en cada cajero y es el número de personas que están haciendo fila. A diferencia del caso anterior, se usará la variable para enumerar el cliente que entra en el puesto ésimo, y se denotará por el tiempo de arribo de la persona número , también se denotará por el tiempo de salida del mismo.

La lista de eventos serán ternas ( ,) donde la primera indica el tiempo de llegada del próximo usuario, las otras dos representarán los tiempos de atención de cada cajero. Cuando no hay clientes en espera, se supone que . Igualmente, y el i-ésimo tiempo generado por las variables aleatorias Poisson y exponencial ésima, respectivamente. Si las distribuciones de probabilidad son diferentes, igualmente se usa el siguiente pseudoalgoritmo.

**INICIO:**

**Generar**  y definir

**Mientras** mín(

**Si** mín(

**Si**

**Si**

Si no

Fin

Fin

Fin

**Si** mín(

**Si**  o

Si no

Fin

Fin

**Si** mín(

**Si**

Si no

Fin

Fin

Fin

Mientras

**Si** mín(

Si no

Fin

Fin

Ciertas herramientas computacionales permiten diagramar y simular estos procesos de espera. El siguiente video presentará una simulación en el programa FlexSim 2018.

En este punto debe ir un videotutorial. El guión a utilizar se encuentra en una carpeta con el mismo nombre de este documento. Se deja tal cual el video propuesto por el autor. De hecho es mucho mejor desarrollarlo con él, pues fue quien lo creó.

Nombre del título del video: **Ejercicio teoría de colas con dos servidores**

**3. Ejemplo: Simulación de manejo de inventario con Promodel**

**Planteamiento:**

Suponga que usted es el dueño de un almacén donde vende un tipo de yogur griego a un precio de cada unidad. La manera en que se acercan los clientes a solicitar este producto sigue un proceso de Poisson con , y el número de unidades que cada cliente decide comprar, sigue una distribución de probabilidad normal con media igual a 4 y una desviación estándar de dos unidades. El máximo de unidades que puede albergar en los estantes son 200. Con el objetivo que usted no pierda su clientela, establece un mínimo de artículos correspondiente a 50 unidades, de tal manera que, al bajar de esta cantidad, usted solicitará nuevamente el número de artículos que le hace falta para llegar nuevamente a su capacidad máxima.

El costo de solicitar unidades, se obtiene mediante la fórmula . Una vez se haya realizado el pedido, el tiempo de entrega es de aproximadamente 24 horas y el pago del costo se hace contraentrega. Además, se debe cancelar un costo de pesos por hora de servicio más 20000, esto por el pago de la energía eléctrica que consume la nevera. Por último, si una persona llega a la tienda para adquirir una cantidad superior a la existente, se venderá el stock y el resto de unidades se considerarán como pérdida.

Elabore un modelo y realice una simulación del mismo para estimar la ganancia esperada de la tienda durante una semana completa de servicio.

**Desarrollo:**

Las variables en este caso están dadas por: el tiempo , el número de artículos a la mano , el número de artículos a comprar . Las variables de conteo serían: , costo de los pedidos, , costo de mantenimiento, , ingresos. Por otro lado, se tendrán 2 posibles eventos: la llegada del siguiente cliente y la entrega de un pedido .

En esta ocasión, se debe generar un ciclo mientras límite. En este ciclo pueden ocurrir dos casos, que el tiempo de la llegada del siguiente cliente sea menor que la entrega del pedido. Bajo esta condición, se debe:

1. Redefinir y .
2. Generar un variable aleatorio de la distribución uniforme correspondiente a la demanda del cliente .
3. Determinar el mínimo entre la demanda del cliente y el inventario actual.
4. Calcular la ganancia acumulada mediante y, el nuevo inventario .
5. Cuando y
   1. (Horas de entrega)
6. Generar el tiempo de llegada del próximo cliente .

Para el caso contrario, cuando el tiempo de entrega sea menor que la hora de llegada del siguiente cliente

1. Redefinir y .
2. Calcular el costo total del pedido. .
3. Redefinir
4. Redefinir a y .

Finalizado el proceso, es posible calcular el valor promedio mediante la fórmula:

Elaborando simulaciones con diferentes valores del mínimo de stock, se puede planear una estrategia para mejorar los ingresos. La siguiente simulación se realizará con el *software* Promodel.

En este punto debe ir un videotutorial. El guión a utilizar se encuentra en una carpeta con el mismo nombre de este documento. Se deja tal cual el video propuesto por el autor. De hecho es mucho mejor desarrollarlo con él, pues fue quien lo creó.

Nombre del título del video: **Ejercicio simulación de inventarios**