
Modelación y Simulación

Departamento de Ingeniería en Informática

Lab Simulación de Eventos Discretos

1 El sistema de cola

El objetivo de este laboratorio es construir un simulador de una cola M/M/1 basado en el algoritmo de eventos discretos visto en clases, y comparar las medidas de rendimientos teóricas con las medidas de rendimiento que entrega la simulación.

Como el sistema es M/M/1, entonces tanto los tiempos inter arribos como los tiempos de servicio se distribuyen exponencialmente; la cola tiene capacidad infinita; y existe 1 servidor.

Los tiempos inter arribos y tiempos de servicios corresponden a procesos estocásticos markovianos, es decir las variables aleatorias correspondientes se distribuyen exponencialmente:

$$f(x) = ae^{-ax}$$

donde a es el parámetro de la pdf exponencial, la que representa una tasa de ocurrencia (o frecuencia). La CDF (distribución acumulativa) de esta distribución es

$$F(x) = 1 - e^{-ax}$$

Una forma de obtener muestras de una distribución es el **Método de la Transformada Inversa**, la cual utiliza la función inversa, F^{-1} de la CDF. Para el caso de la distribución exponencial obtenemos

$$x = F^{-1}(y)$$

$$x = -(1/a)\ln(1 - y)$$

Se puede demostrar que y se distribuye uniformemente, y por lo tanto podemos obtener una muestra x exponencial con parámetro a , usando el siguiente procedimiento:

1. Generar $u \sim U[0, 1]$
2. retornar $x = -(1/a)\ln(1 - u)$

Para generar la secuencia de tiempos inter arribos y tiempos de servicio, se necesita entonces un generador de números distribuidos uniformemente entre $[0, 1]$. Para ello utilice la función de librería `drandom48()`.

2 El simulador

Eventos Los eventos permitidos en este sistema son:

1. **Arrival**: la llegada de un job al sistema
2. **Departure**: la salida de un job del sistema
3. **End**: término de la simulación

El sistema se debe inicializar con un evento **Arrival** aleatorio, y un evento **End** cuyo tiempo es dado por línea de comando. Es decir, el tiempo total de la simulación estará dado por parámetro.

Los eventos de **Departure** no están asociados a ningún servidor en específico, si no al sistema en general, por lo tanto no es relevante identificar ni registrar la actividad por servidor.

Variables de estado

1. A_k : tiempo de arribo del job k
2. S_k : tiempo de residencia del job k
3. Q_k : suma de tiempos durante el cual la cola ha sido de largo k

Otras variables

1. N_a : número de clientes que han llegado
2. N_d : número de clientes que han salido
3. t : tiempo de simulación

Medidas de rendimiento Sea $Q_N = \sum_{k=0}^N Q_k$, donde N es el largo máximo que tuvo la cola.

1. U : utilización

$$U = 1 - \frac{Q_0}{Q_N}$$

2. X : largo promedio de la cola

$$X = \frac{1}{Q_N} \sum_{k=0}^{\infty} kQ_k$$

3. S : tiempo promedio de residencia

$$S = \frac{1}{N_d} \sum_k S_k$$

3 Ejecución

El simulador se ejecutará de la siguiente forma:

```
$ mm1 -a tasadearribos -d tasadesalidas -t tiempoend
```

donde la opción `-a` especifica la tasa de arribos (por ejemplo 4 jobs/minutos), `-d` especifica la tasa de servicio (por ejemplo 6 jobs/minutos), y `-t` es el tiempo final de simulación. El proceso debe imprimir por pantalla la siguiente información

```
Numero de cliente que llegaron: N_a
Numero de clientes que salieron: N_d
Tiempo total de cola vacía: Q_0
Largo máximo de la cola: N
Tiempo total de cola largo máximo: Q_N
Utilización: U
Largo promedio de la cola: X
Tiempo promedio de residencia: S
```

4 Entregables

La aplicación debe ser diseñada y programada C.

Envíe a `fernando.rannou@usach.cl`, indicando integrantes del grupo, al menos los siguientes archivos:

1. **Makefile**: archivo para make que compila (el) o los programas
2. Uno o más archivos de programas y headers

Fecha de entrega: 30 de agosto 2021, en hora de clases.