

## Ejercicios de laboratorio – primera entrega

### Pautas de solución

- La entrega consiste en la realización de un informe (documento único, en formato pdf) con la resolución de todos los ejercicios, siguiendo las pautas de resolución (*PR*) indicadas en la letra.
- Para ejercicios de implementación computacional, además se deben entregar los programas fuente (.java).
- La entrega se hace en formato electrónico a través del sitio EVA del curso. Incluir todos los archivos en un único .zip de nombre *Entrega1\_GrupoX.zip*, donde *X* es el número de grupo.
- La fecha límite para realizar la entrega es el 17 de setiembre hasta la medianoche.

#### *Ejercicio 1 (estructuración, eventos):*

Identificar los eventos discretos relevantes en los siguientes sistemas:

- Estudio de las colas en una estación de servicio de combustible.
- Decisión sobre el número de mozos requeridos en un restaurant.

*PR*: Listar todas las hipótesis que considere necesarias para definir el alcance del problema en cada caso.

#### **Solución a entregar:**

- Lista de hipótesis asumidas para terminar de definir cada problema. Notar que tal como están definidos los problemas, admiten diferentes variantes. Por ejemplo, la estación podría modelarse como un sistema muy sencillo de una cola y un servidor, o como un sistema más complejo donde se diferencia entre recursos personal y surtidores de nafta, se modela el proceso de pago, etc. Se recomienda modelar problemas de complejidad media.
- Listado de eventos. Prestar especial atención a la diferencia conceptual y relación que existe entre los conceptos de actividad (por ejemplo, comer) y evento (por ejemplo, comenzar a comer, terminar de comer).

#### *Ejercicio 2 (estructuración, calendario y ejecutivo):*

La tabla 2.3 de Davies y O’Keefe muestra la evolución del contenido del calendario y las colas en el día 6 del hospital simple, usando los datos de las tablas 2.1 y 2.2. Hacer lo mismo para los días 4 y 5.

#### **Solución a entregar:**

- Tabla en el mismo formato que la del libro.

*Ejercicio 3 (muestreo de variables aleatorias):*

Probar el generador de números pseudoaleatorios de Java (clase `Java.util.Random`), generando un torrente suficientemente grande y realizando las pruebas de uniformidad y no correlación serial.

**Solución a entregar:**

- Programa en Java que genera e imprime las muestras (entregar en una carpeta aparte).
- Análisis de resultados obtenidos, tests realizados (descripción completa) y conclusiones.

Implementar en Java el método de la transformación inversa para obtener muestras de una distribución exponencial negativa y de una distribución empírica arbitraria (variantes continua y discreta). Integrarlo al código del hospital simple. Modificar el código del modelo para que: (i) los tiempos entre arribos sigan una distribución exponencial negativa con media igual al valor fijo utilizado en el modelo determinístico, (ii) los tiempos de estadía sigan una distribución empírica dada por los datos de la figura 4.3 de Davies y O’Keefe. Verificar que el nuevo código genera muestras con las distribuciones deseadas.

**Solución a entregar:**

- Crear una clase para la distribución exponencial negativa que tiene un atributo generador de números pseudoaleatorios. Hacer operaciones para setear la semilla del generador y para obtener una muestra de la distribución. Luego, en el programa del hospital se debe crear una instancia de la clase e invocar la operación que obtiene la muestra, en lugar de utilizar un valor fijo para el tiempo entre arribos.
- Crear una clase para la distribución empírica (solo la variante continua, cargada con los datos de la figura 4.3) y seguir pautas similares a las de punto anterior para obtener valores para los tiempos de estadía.
- Para verificar que el nuevo código genera muestras con las distribuciones deseadas, se pueden imprimir los valores generados y (i) para los tiempos entre arribos, promediarlos y verificar que el promedio es similar al inverso de la tasa de la distribución, (ii) para los tiempos de estadía, generar un histograma con los resultados y verificar que es similar al de la figura 4.3.
- Entregar los resultados de los análisis y el nuevo código Java del hospital.

*PR:* Realizar incrementalmente las diferentes partes del ejercicio e integrarlas en un único modelo.

*Ejercicio 4 (recolección de datos de salida):*

Implementar en Java los histogramas: (i) ponderado en el tiempo, (ii) de observación y (iii) de tendencias. Incorporarlos al código del hospital simple y utilizarlos para registrar el largo medio de la cola de espera para admisión, el tiempo medio de espera

de los pacientes y la tendencia del largo de la cola, respectivamente. Ejecutar el modelo y reportar los resultados.

**Solución a entregar:**

- Utilizar las clases de histogramas provistas en la sección Material del sitio EVA del curso. Para el tipo observaciones y observaciones ponderadas, solo se registran las medias y para el tipo tendencia solo se registran los datos de tendencias.
- Declarar los histogramas en la sección de atributos del modelo e inicializarlos (new) en el constructor de la clase Simulator (primera operación).
- Incluir las invocaciones a las operaciones log solamente en los eventos, donde corresponde cada una, a saber:
  - Largo medio de la cola: Antes de que se modifica la cola.
  - Tiempo medio de espera de pacientes: Antes de que comience la actividad. Notar que el tiempo de espera es la diferencia entre el tiempo actual y el tiempo almacenado en la entidad (instante en que se agendó el arribo).
  - Tendencia de largo de la cola: Se debe agendar un evento ficticio B3 que registra las observaciones cada intervalos de tiempo regulares. Este evento se debe agendar en la operación init, en tiempo 0 con una nueva entidad; luego, en el código del evento, además de registrar la observación, se debe agendar nuevamente el mismo evento para un tiempo determinado (intervalo de observación) y con la misma entidad (current).
- Al final de la simulación, imprimir las medias y contenidos de los histogramas, dependiendo del tipo.
- Entregar una nueva versión del código Java del hospital.

*PR:* Realizar incrementalmente las diferentes partes del ejercicio e integrarlas en un único modelo, incluyendo los cambios incorporados en el ejercicio 3.

*Ejercicio 5 (caso de estudio):*

Especificar el estudio de SED para el caso del banco de Davies y O’Keefe (página 13, ver transcripción al final de este documento). Realizar una primera versión de la especificación del modelo incluyendo los objetivos, variables de decisión, parámetros y salidas de interés. Considerar todos los tiempos determinísticos. Realizar una primera versión del modelo del aspecto dinámico del sistema.

**Solución a entregar:**

- Especificar con el mayor detalle posible los objetivos, variables de decisión, parámetros de entrada y salidas de interés.
- Construir diagramas para representar las estructuras estática y dinámica del sistema.

### **Caso de estudio del banco**

Una sucursal de un conocido banco tiene cuatro cajas, una de las cuales (caja 4) está abierta solamente cuando el banco está muy ocupado. La caja 2 está reservada para clientes que realizan transacciones con cheques, aunque estos clientes pueden, si lo desean, ir a cualquier caja. Todas las cajas (excepto la 2), realizan diferentes tipos de transacciones, incluyendo depósitos, cambio de moneda extranjera y pago de cuentas. El tiempo para servir a los diferentes clientes varía considerablemente. Aquellos que depositan dinero de comercios y pequeños negocios, en particular, insumen mucho tiempo.

El gerente del banco ha recibido quejas de los clientes sobre los altos tiempos de espera, especialmente cuando hacen cola detrás de alguien que está depositando mucho dinero. También mencionan que cuando el banco está muy ocupado, es difícil identificar la cola más corta y desplazarse hacia una cola que está lejos de la entrada.

El gerente piensa que una configuración alternativa, en la que los clientes esperan en una única cola y son servidos por la primera caja disponible, podría resolver estos problemas. Hay voluntad de implementar estos cambios, sin embargo, existe la preocupación de que un sistema de una cola podría ser menos personal y podría perjudicar a aquellos clientes que simplemente quieren realizar una transacción de cheque, quienes actualmente tienen la opción de una caja eventualmente más rápida. Además, el gerente observa que el tiempo adicional que insumiría a un cliente moverse desde el primer lugar de la cola única hasta la caja (para ser atendido) se estima en 10 segundos en promedio. Se sospecha que este tiempo adicional podría revertir los eventuales beneficios obtenidos con el cambio.