**TIPOS DE SIMULACIÓN**

La simulación estudia el comportamiento de sistemas reales como una *función de tiempo*. Existen dos tipos distintos de modelos de simulación.

**1.** Los **modelos continuos** se ocupan de sistemas cuyo comportamiento cambia *continuamente* con el tiempo. Estos modelos suelen utilizar ecuaciones diferencialespara describir las interacciones entre los diferentes elementos del sistema, donde el interés primordial son los cambios suaves. El comportamiento de algunos parásitos (las fluctuaciones en el número de su población con respecto a la población de sus anfitriones), la posición relativa de un conjunto de astros.

Unejemplo típico tiene que ver con el estudio de la dinámica de la población mundial.

**2.** Los **modelos discretos** tienen que ver principalmente con el estudio de líneas de espera con el objetivo de determinar medidas como el tiempo de espera promedio y la longitud de la cola. Estas medidas cambian sólo cuando un cliente entra o sale del sistema. Los instantes en que ocurren los cambios en puntos discretos específicos del tiempo (eventos de llegada y salida), originan el nombre **simulación** **de evento discreto**.

**CONJUNTO DE PROBLEMAS 2.A**

**1.** Categorice las siguientes situaciones como discretas o continuas (o una combinación de ambas). En cada caso, especifique el objetivo de desarrollar el modelo de simulación.

**(a)** Los pedidos de un artículo llegan al azar a un almacén. Un pedido que no puede ser completado de inmediato con las existencias disponibles debe esperar la llegada de nuevos envíos.

**(b)** La población mundial se ve afectada por la disponibilidad de los recursos naturales, la producción de alimentos y las condiciones ambientales, el nivel educativo, el cuidado de la salud y las inversiones de capital.

**(c)** A una bahía receptora de un almacén automatizado llegan mercancías en tarimas.

Las tarimas se cargan sobre una banda transportadora y se izan mediante un elevador a una transportadora elevada que mueve las tarimas a los corredores. Los corredores son atendidos por grúas que recogen las tarimas de la banda y las colocan en compartimientos de almacenamiento.

**2.** Explique por qué estaría de acuerdo o en desacuerdo con el siguiente enunciado: “La mayoría de los modelos de simulación de evento discreto pueden ser considerados en una u otra forma como sistemas de colas, compuestos de *fuentes* desde las cuales llegan los clientes, *colas* donde los clientes pueden esperar, e *instalaciones* donde se atiende a los clientes”.

**ELEMENTOS DE LA SIMULACIÓN DE EVENTO DISCRETO**

El objetivo final de la simulación es estimar algunas medidas de desempeño deseables que describan el comportamiento del sistema simulado.

Por ejemplo, en una instalación de servicio:

* Las medidas de desempeño asociadas pueden incluir el tiempo de espera promedio hasta que un cliente es atendido
* La longitud promedio de la cola y la utilización promedio de la instalación de servicio.

**Definición genérica de eventos**

Todas las simulaciones de eventos discretos describen, directamente o indirectamente, situaciones de colas en las que los clientes llegan (para servicio), esperan en la cola (si es necesario) y luego reciben el servicio antes de salir de la instalación de servicio.

Como tal, cualquier simulación de evento discreto, independientemente de la complejidad del sistema que describe, se reduce a tratar con dos eventos básicos: llegadas y salidas. El siguiente ejemplo ilustra el uso de los eventos de llegada y salida para describir un sistema compuesto de colas distintas.

**Ejemplo**

Metalco Jobshop recibe dos tipos de trabajos: regulares y urgentes. Todos los trabajos se procesan en dos máquinas consecutivas con amplias áreas intermedias. Los trabajos urgentes siempre suponen prioridad preventiva sobre los trabajos regulares.

Esta situación consta de colas en tándem que representan las máquinas. Al principio nos podemos inclinar a identificar los eventos de la situación como

*A*11*:* Un trabajo regular llega a la máquina 1.

*A*21*:* Un trabajo urgente llega a la máquina 1.

*D*11*:* Un trabajo regular sale de la máquina 1.

*D*21*:* Un trabajo urgente sale de la máquina 1.

*A*l2*:* Un trabajo regular llega a la máquina 2*.*

*A*22*:* Un trabajo urgente llega a la máquina 2.

*D*12*:* Un trabajo regular sale de la máquina 2*.*

*D*22*:* Un trabajo urgente sale de la máquina 2.

En realidad sólo hay dos eventos: la llegada de un (nuevo) trabajo al taller y la salida de un trabajo (terminado) de una máquina. En primer lugar observe que los eventos *D*11 y *A*12 en realidad son los mismos. Lo mismo aplica a *D*21 y *A*22. Luego, en la simulación discreta podemos utilizar un evento (llegada o salida) de ambos tipos de trabajos y simplemente “etiquetar” el evento con un **atributo** que identifique el tipo de trabajo como regular o urgente. (En este caso podemos pensar en el atributo como un *descriptor de identificación personal*, y de hecho lo es). Dado este razonamiento, los eventos del modelo se reducen a (1) una llegada *A* (al taller), y (2) una salida

*D* (de una máquina). Las acciones asociadas con el evento de llegada dependen del tipo de trabajo que llega (urgente o regular) y de la disponibilidad de una máquina. Asimismo, el procesamiento del evento de salida dependerá de la máquina y del estatus de los trabajos en espera.

Habiendo definido los eventos básicos de un modelo de simulación, demostramos cómo se ejecuta el modelo. La figura 19.4 ofrece una representación esquemática de ocurrencias típicas de eventos en la escala de tiempo de la simulación. Una vez que se han realizado todas las acciones asociadas con un evento existente, la simulación “salta” al siguiente evento cronológico. En esencia, la ejecución de la simulación ocurre en los instantes en que ocurren los eventos.



¿Cómo determina la simulación el tiempo de ocurrencia de los eventos? Los eventos de llegada están separados por el tiempo entre llegadas (el intervalo entre llegadas sucesivas) y los eventos de salida son una función del tiempo de servicio en la instalación. Estos tiempos pueden ser determinísticos (por ejemplo un tren que llega a una estación cada 5 minutos) o probabilísticos (como la llegada aleatoria de los clientes a un banco). Si el tiempo entre eventos es determinístico, la determinación de sus tiempos de ocurrencia es simple. Si es probabilístico, utilizamos un procedimiento especial para muestrear de la distribución de probabilidad correspondiente.

Este punto se trata en la siguiente sección.

**CONJUNTO DE PROBLEMAS 3.A**

Identifique los eventos discretos necesarios para simular cada situación

**1.**.Llegan dos tipos de trabajos de dos fuentes diferentes. Ambos tipos se procesan en una sola máquina, con prioridad dada a los trabajos de la primera fuente.

**2.** Llegan trabajos a una tasa constante en un sistema transportador de carrusel. Tres estaciones de servicio están equidistantes entre sí alrededor del carrusel. Si el servidor está ocioso cuando llega un trabajo a la estación, el trabajo se retira del transportador para procesarlo. De lo contrario, el trabajo continúa girando en el carrusel hasta que el servidor vuelve a estar disponible. Un trabajo procesado se guarda en un área de envío adyacente.

Identifique los eventos discretos necesarios para simular esta situación.

**3.** Los autos llegan a los carriles de una caja de servicio en su coche de un banco, donde cada carril puede alojar un máximo de cuatro autos. Si los dos carriles están llenos, los autos que llegan buscan servicio en otra parte. Si en cualquier momento un carril es al menos dos autos más largo que el otro, el último auto en el carril más largo se pasará a la última posición del carril más corto. El banco opera la instalación de servicio en su coche de 8:00 A.M. a 3:00 P.M. cada día laboral. Defina los eventos discretos de la situación.

**4.** La cafetería en la escuela primaria Elmdale proporciona un almuerzo de menú fijo de una sola charola a todos sus alumnos. Los niños llegan a la ventanilla despachadora cada 30 segundos. Se requieren 18 segundos para recibir la charola del almuerzo. Trace el mapa de los eventos de llegada y salida en la escala de tiempo de los primeros cinco alumnos.