

Laboratorio 3 y 4. Simulación de Eventos Discretos

CI6314 - Modelamiento y Simulación de Sistemas

September 4, 2023

Overview

- 1 Comentarios tarea
- 2 Introducción
- 3 Comprensión del sistema
- 4 Elementos de un DES
- 5 Ejemplo 1: Café al paso
- 6 Ejemplo 2: Camiones mineros

En esta clase vamos a empezar a realizar una simulación de evento discreto en Python.

En una simulación de evento discreto la evolución del sistema bajo una representación donde las variables de estado cambian instantáneamente en puntos separados en el tiempo. Cada punto es consecuencia de la ocurrencia instantánea de un evento.

En contraparte, en una simulaciones de eventos continuos se trabaja con un timer con time-steps constante, momento en que se revisan todas las entidades y estados del sistema.

Antes de empezar a programar es importante tener claro de las características del modelo que se representará.

- ¿Tengo claro el proceso?
- ¿Qué entidades hay en el sistema?
- ¿Cuales son los eventos principales? ¿Qué eventos son gatillados?
- ¿Cuál es el objetivo de la simulación?
- ¿Qué resultados quiero obtener?
- ¿Qué datos tengo?
- ¿Qué precisión requiero?

Los principales elementos a considerar en un DES son:

- **Sistema:** colección de entidades que interactúan a lo largo del tiempo para lograr objetivos.
- **Modelo:** representación abstracta del sistema, sus componentes y relaciones.
- **Estado de Sistema:** colección de variables que contienen toda la información para representar el estado del sistema en cualquier momento.
- **RELOJ (CLOCK):** variable que representa el tiempo en la simulación.
- **Entidad:** objeto que necesita ser representado explícitamente en el modelo.
- **Atributos:** propiedades de una entidad.

Elementos de un DES

- **Lista-Cola-Set:** colección permanente o temporal de entidades ordenadas por algún criterio.
- **Evento:** ocurrencia instantánea que modifica el estado del sistema.
- **Aviso de Evento** (event notice): Registro de un evento futuro y la información necesaria para su ejecución, cómo mínimo el tipo de evento y el tiempo de ocurrencia.
- **Lista de eventos futuros** (FEL): lista de avisos de eventos ordenadas por el tiempo de ocurrencia.
- **Actividad:** Intervalo de tiempo, cuyo largo es conocido al momento de iniciarse.
- **Retraso** (Delay): Intervalo de tiempo cuyo largo es desconocido hasta que termina.

En nuestra modelación consideramos la siguiente secuencia:

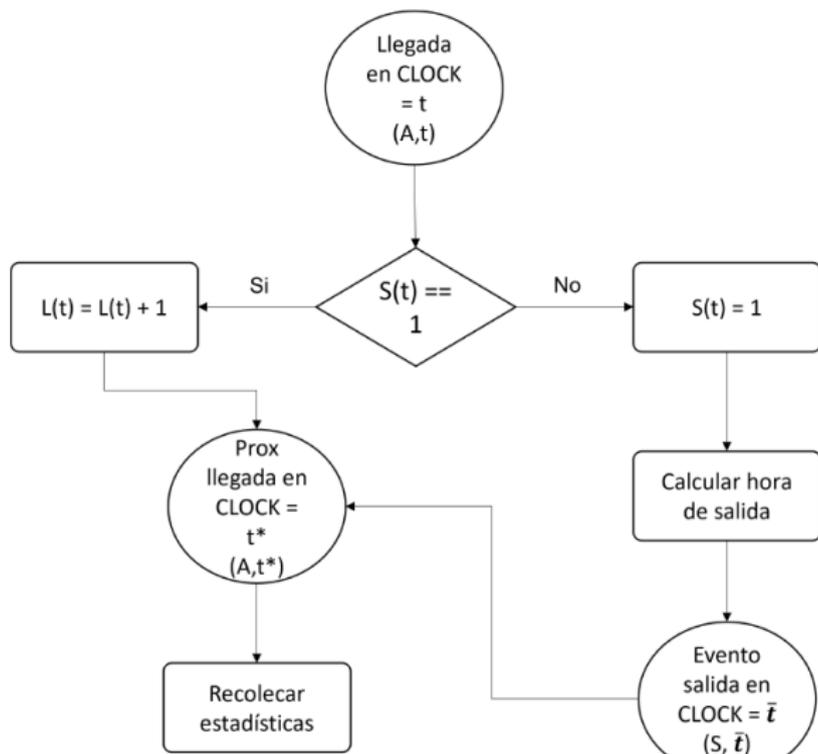
Código de práctica

- 1 Llegan clientes al café.
- 2 Si la caja está ocupada se pone en cola.
- 3 Al llegar a la caja, el cliente es atendido por el único trabajador, quién toma la orden, cobra y prepara el pedido.
- 4 Al recibir el pedido el cliente abandona la caja y el trabajador atiende al próximo de la cola.

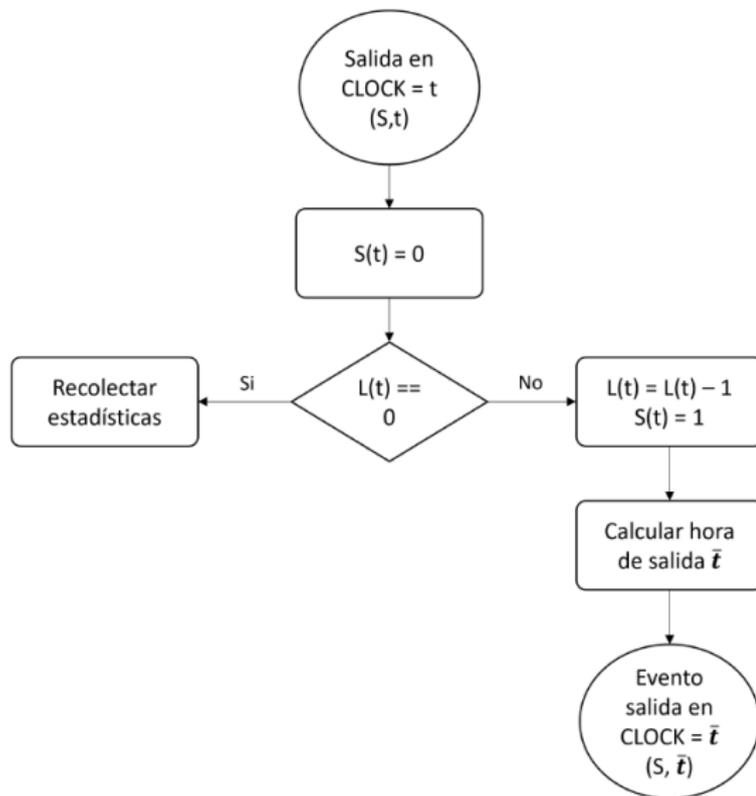
- ¿Cuáles son mis entidades?
 - Clientes
- ¿Cuáles son los eventos principales?
 - Llegada a la cola (Ingreso al sistema)
 - Llegada a la caja
 - Fin atención (Salida del sistema)

- ¿Cuál es el objetivo de la simulación?
- ¿Qué resultados quiero obtener?
 - Tiempo promedio en cola
 - Tiempo promedio en el sistema
 - Largo promedio de la cola.
 - Fracción del horizonte que está ocupado el trabajador
 - etc
- ¿Qué datos tengo?
 - Horas de llegadas de clientes (archivo csv)
 - Tiempos de atención (exponencial de media 60 seg)
- ¿Qué precisión necesito?
 - Segundos

- **Variables de estado:** $S(t)$ si hay un cliente en caja (0 ó 1) en t . $L(t)$ cantidad de clientes en la cola en t .
- **Entidades:** Clientes.
- **Atributos:** tiempos de llegada y salida.
- **Lista-Cola:** fila a la caja.
- **Evento:** Llegada (A), Salida (D) y fin de la simulación (E).
- **Aviso de Evento:** (A,t) llega cliente en t , (D,t) sale un cliente en t , (E,T) fin de la simulación.
- **Actividad:** Tiempo entre llegadas, Tiempo de servicio en caja.



Aviso de llegada

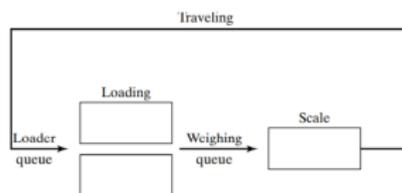


Aviso de salida

Camiones mineros

Código de práctica

Seis camiones usados para llevar carbón desde la entrada de una pequeña mina hasta un estación de tren. Cada camión es cargado en uno de dos cargadores. Después de cargados los camiones se mueven a una balanza donde son pesados. Los cargadores y la balanza tiene una política de atención FIFO. Después de ser pesados los camiones inician un tiempo de viaje hasta el tren (que incluye la descarga) y regresan a la cola de carga.

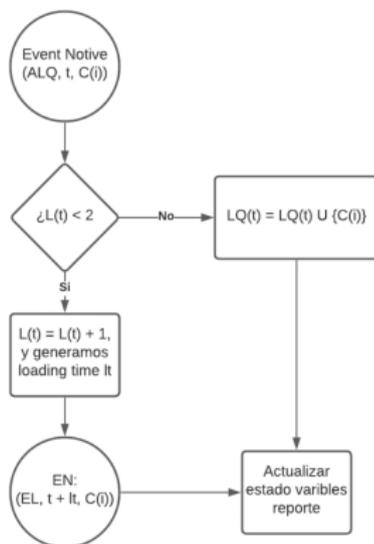


Objetivo: Determinar la utilización de los cargadores y la balanza.

- Variables de estado
 - $LQ(t)$ camiones en la cola del cargador.
 - $L(t)$ camiones siendo cargados (0, 1, 2).
 - $WQ(t)$ camiones en la cola de la balanza.
 - $W(t)$ Camiones siendo pesados (0 o 1).
- Entidades
 - 6 camiones C_i
- Eventos
 - (ALQ, t, C_i) Camión C_i llega a la cola del cargador (ALQ) en el tiempo t .
 - (EL, t, C_i) Camión C_i termina carga (EL) en el tiempo t y pasa a la cola de la balanza.
 - (EW, t, C_i) Camión C_i abandona la balanza (EW) en t e inicia viaje.

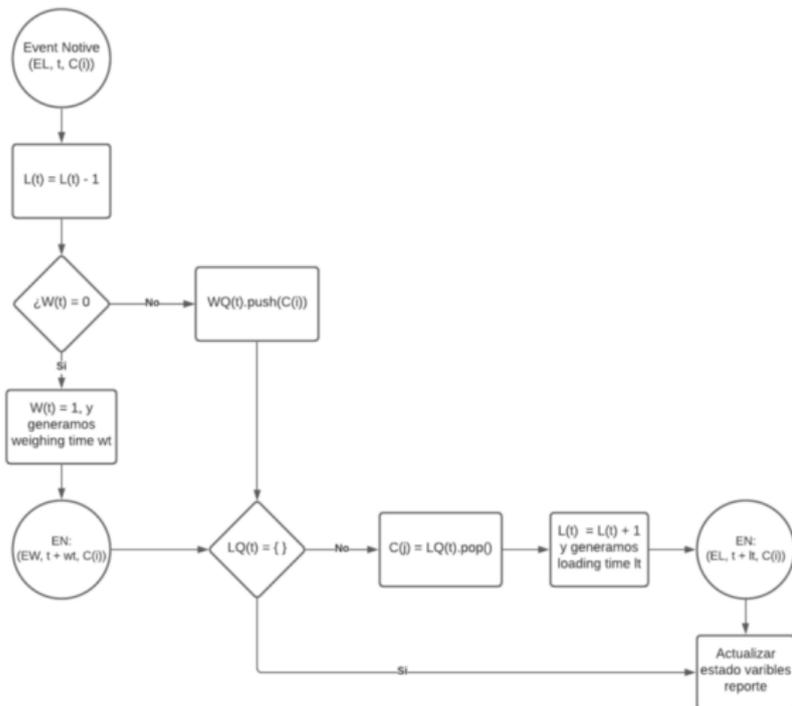
- Colas
 - Cola Cargador (LQ).
 - Cola Balanza (WQ).
- Actividades
 - Tiempo de carga.
 - Tiempo de pesaje.
 - Tiempo de viaje.
- Delays
 - Espera en cola de cargador.
 - Espera en cola de balanza.

Evento: Llegada Camiones a Cola Cargador



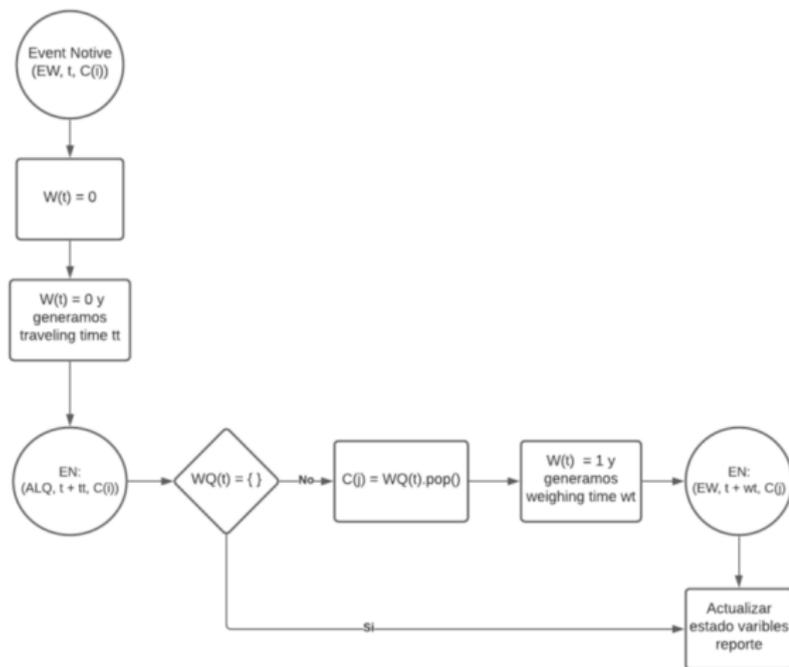
Llegada Camiones

Evento: Fin atención cargador



Fin de carga

Evento: Fin atención en balanza



Fin de balanza

Distribuciones de tiempo

Loading Time	Probability	Cumulative Probability	Random Number Interval
5	0.30	0.30	$0.0 \leq R \leq 0.3$
10	0.50	0.80	$0.3 < R \leq 0.8$
15	0.20	1.00	$0.8 < R \leq 1.0$

Weighing Time	Probability	Cumulative Probability	Random Number Interval
12	0.70	0.70	$0.0 \leq R \leq 0.7$
16	0.30	1.00	$0.7 < R \leq 1.0$

Travel Time	Probability	Cumulative Probability	Random Number Interval
40	0.40	0.40	$0.0 \leq R \leq 0.4$
60	0.30	0.70	$0.4 < R \leq 0.7$
80	0.20	0.90	$0.7 < R \leq 0.9$
100	0.10	1.00	$0.9 < R \leq 1.0$

- 1 Clock, reloj de simulación.
- 2 Inicialización, rutina que defina el estado del sistema para $\text{Clock}=0$.
- 3 FEL, rutina para agregar, encontrar y ejecutar la lista de eventos futuros.
- 4 Rutinas de Eventos, para cada tipo de evento tener una función por cada tipo que permita actualizar el estado del sistema.
- 5 Generadores de variables aleatorias.
- 6 Programa principal.
- 7 Reportes de estadísticas.