

# Simulación por eventos discretos

Carlos Javier Uribe Martes

Ingeniería Industrial  
Universidad de la Costa

Febrero 6, 2020

# Contenido

1 Métodos de simulación

2 Simulación por eventos discretos

# Introducción

- Simulación se refiere a un conjunto de métodos y aplicaciones que buscan *imitar* la operación de un sistema o proceso [1, 2].

# Simulación de Monte Carlo - MCS

- Los sistemas se simulan utilizando números aleatorios para abordar problemas matemáticos que no pueden resolverse exactamente mediante el uso de técnicas analíticas o ecuaciones matemáticas.

# Simulación por eventos discretos - DES

- La operación de un sistema se representa como una secuencia cronológica de eventos para describir los flujos de personas o material y explorar los efectos de cualquier cambio.
- La simulación de eventos discretos es más adecuada para analizar sistemas que se pueden modelar como una serie de colas y actividades.

# Modelado basado en Agentes - ABM

- El sistema se modela como una colección de entidades autónomas de toma de decisiones, conocidas como *agentes*, con el fin de explicar y comprender los complejos patrones de comportamiento emergente y la dinámica del sistema del mundo real.

# Dinámica de sistemas - SD

- Los sistemas complejos se modelan utilizando diagramas de causales con ciclos de retroalimentación y diagramas de flujo de stock para explorar su comportamiento dinámico

# Simulación híbrida - HS

- Combina dos o más técnicas de simulación para mitigar las desventajas de las técnicas individuales.
- En ocasiones se combina técnicas básicas de simulación con otras técnicas, como la lógica difusa (FL) y las redes neuronales (NN).



# Definición

- Se refiere al proceso de modelar sistemas en los cuales las variables de estado cambian de forma instantánea en puntos separados en el tiempo [3].
- El sistema es modelado en términos de su *estado* a lo largo del tiempo, de las entidades, de los recursos y de las actividades y eventos que causan cambios en el estado del sistema [1].

# Proceso de modelado

- Registra los cambios en las variables de estado en los instantes en que ocurren eventos y realiza el cálculo de las medidas de desempeño con base en el valor de las variables.
- Usa tiempos definidos para las actividades (pueden ser aleatorios).
- Actualiza el *reloj* entre un evento y otro, llevando un registro de los siguientes eventos en el *calendario de eventos*.

# Componentes del modelo

- *Estado del sistema*: Conjunto de variables de estado necesarias para describir el sistema en un momento dado.
- *Reloj*: Variable que almacena el valor actual del tiempo simulado.
- *Calendario de eventos*: Lista que contiene en orden cronológico los siguientes eventos programados.
- *Acumuladores estadísticos*: Variables utilizadas para almacenar información acerca del desempeño del sistema.

# Medidas de desempeño

Al correr el modelo se emplean fórmulas para calcular las medidas de desempeño. Por ejemplo, para un modelo de colas, las medidas de desempeño se pueden calcular mediante:

- $W = \frac{\sum_{i=1}^N F_i}{N}$
- $W_q = \frac{\sum_{i=1}^N D_i}{N}$
- $L_q = \frac{\int_0^T Q(t)dt}{T}$
- $\rho = \frac{\int_0^T B(t)dt}{T}$
- $P(W) = \frac{\sum_{i=1}^N NR_i}{N}$

# Medidas de desempeño

Siendo:

- $D_i$  el tiempo que la entidad espera  $i$  en cola.
- $F_i$  es el tiempo total que gasta en el sistema la entidad  $i$ .
- $Q(t)$  es el número de entidades en cola en el instante  $t$ .
- $B(t)$  es igual a 1 si el servidor está ocupado en el instante  $t$  y 0 de lo contrario.
- $R_i$  es igual a 1 si la entidad  $i$  debe esperar en cola y 0 de lo contrario.
- $N$  es el número total de entidades en la simulación.
- $T$  es el tiempo total simulado.

# Referencias



Banks, J., Carson II, J. S., Nelson, B. L. y Nicol, D. M. *Discrete-Event System Simulation*. Fifth (Pearson, 2014).



Kelton, W. D., Sadoski, R. P. y Sturrock, D. T. *Simulation with ARENA*. Fourth (McGraw-hill, 2002).



Law, A. M. *Simulation modeling and analysis*. Fifth (McGraw-Hill, 2015).

