

# Simulación a Eventos Discretos

Tema 13: Simulación basada en agentes y dinámica de sistemas

# Modelos dinámicos de simulación

Sistemas que evolucionan con el tiempo.

Dos tipos:

- Discretos: cambios del sistema en instantes específicos de tiempo.
- Continuos: cambios en todo instante.

Dos enfoques para avanzar el reloj de la simulación: siguiente evento e incremento fijo.

# Simulación basada en agentes (SBA)

Agente:

- Entidad autónoma que reacciona a su entorno, y a otros agentes.
- Tiene atributos y comportamiento.
- Puede aprender y adaptarse.

Ejemplos de agentes: personas, animales, vehículos, organizaciones.

SBA puede ser visto como SED con mayor interacción entre las entidades y su entorno.

El sistema cambia en puntos discretos del tiempo.

## Simulación basada en agentes

Enfoque *bottom-up*: comportamiento (emergente) del sistema surge a partir de las interacciones entre sus componentes.

Sistemas complejos adaptativos: auto organización, comportamientos de equilibrio.

El sistema tiene entidades que interactúan naturalmente entre ellas y con el entorno.

Es relevante que las entidades aprendan y se adapten.

El movimiento de las entidades depende de la percepción del entorno.

Diferencia con SED: los comportamientos se especifican en los bloques, no en los agentes.

## **SBA: metodología y software**

Modelado y programación: orientación a objetos.

Manejo del tiempo: incremento fijo.

Software: AnyLogic, MASON, NetLogo, Repast Symphony.

## SBA: ejemplo

Ver libro *AnyLogic in three days*, página 21.

Ejemplo: marketing de un producto (entre paréntesis se indican los conceptos utilizados para el modelado).

Población de varias personas (agentes) que no usan un producto, pero una combinación de publicidad (entorno) y efecto boca-a-boca (interacción entre agentes) hará que cada agente eventualmente cambie de opinión y pase a ser un comprador del producto (máquina de estado).

## **Simulación continua**

Variables del sistema cambian en todo instante de tiempo.

Los cambios son regulados por ecuaciones diferenciales.

Soluciones analíticas solo para casos simples; en general se utiliza métodos numéricos de resolución.

## Dinámica de sistemas (DS)

Tipo de simulación continua.

Para evaluar mejoras de políticas o estrategias en negocios, gobierno, aplicaciones militares.

Enfoque *top-down*, opuesto a SBA.

Nivel más agregado de modelado, acorde con el propósito de la metodología.



# Dinámica de sistemas

Componentes de un modelo:

- Stock: acumulación de recursos.
- Flujo: recurso que ingresa o egresa de un stock.
- Vínculo de información: sobre un stock.

El modelo se formula como un sistema de ecuaciones diferenciales que regulan el flujo de stock.

## **DS: metodología y software**

Metodología: resolución numérica de las ecuaciones, avance del tiempo en intervalos fijos (como en SBA).

Software: AnyLogic, iThink, Powersim, Vensim.

## DS: ejemplo

Ver libro *AnyLogic in three days*, página 100.

Ejemplo: propagación de una enfermedad contagiosa dentro de una población numerosa.

Stocks: Susceptibles, Expuestos, Infectados, Recuperados. Relaciones en base a parámetros de tasa de contactos, probabilidad de infección, tiempo de incubación, duración de la enfermedad.

## Lectura complementaria

Visión integrada de SED, SBA y DS; producto funcional.

Ver libro *The Big Book of Simulation Modeling, Ch. 2 - The three methods in simulation modeling.*