

Simulación

Introducción

Introducción

- La Simulación es la imitación del funcionamiento de un sistema o proceso real a lo largo del tiempo.
- Simular es reproducir artificialmente las relaciones de un sistema real. A partir de la simulación se analiza el comportamiento del sistema y se evalúan las diferentes alternativas.
- La simulación supone generar una historia artificial del sistema, cuya observación permite:
 - sacar conclusiones sobre las características del sistema que se está representando
 - describir y analizar el comportamiento de dicho sistema.
 - responder a preguntas del tipo....¿qué pasaría si...?

Introducción

- La Simulación es una de las herramientas más importantes y más interdisciplinarias en el campo de la Toma de Decisiones.
- Su desarrollo se ha visto favorecido por el avance tecnológico de los computadores.
- Mediante la simulación, el ordenador finge ser el proceso de producción de un artículo, el proceso de transporte de un determinado bien, el tráfico de una zona o el movimiento de mercado de un determinado producto.
- Cuando simulamos el proceso correspondiente podemos estimar la demanda de nuestro producto, comprobar los posibles fallos en el proceso de producción, o estudiar el comportamiento del proceso en condiciones adversas.

Introducción

- No todos los problemas del mundo real se pueden representar adecuadamente en un modelo que permita obtener una solución por métodos analíticos
- La simulación es una herramienta imprescindible para analizar y estudiar sistemas complejos.

¿Cuándo es útil la simulación?

Cuando:

1. No existe una formulación matemática adecuada del problema
2. Los métodos analíticos no están desarrollados o no son eficientes

Algunos conceptos en simulación

- **Modelo:** es la representación de un sistema. El modelo debe ser lo suficientemente complejo para obtener la información requerida del sistema, pero ...sin pasarse...
- **Variables de estado:** es toda información relevante para conocer el comportamiento del sistema. La determinación de las variables de estado depende del propósito de la investigación.
 - Tiempo de cliente en cola
 - Tiempo en el sistema
 - N° de clientes en cola
- **Evento (suceso):** es un acontecimiento que cambia el estado de un sistema
 - La llegada de un cliente
 - La entrada de un cliente al servicio
 - La salida de un cliente
- **Simulación de eventos-discretos:** aquellos modelos en los que las variables de estado permanecen constantes sobre intervalos de tiempo y cambian sólo en ciertos puntos discretos (cuando ocurren sucesos). El mecanismo simula el avance del tiempo coincidiendo con los acontecimientos de eventos. El sistema se actualiza en cada suceso.

Sistemas discretos y continuos

- Sistemas discretos: las variables de estado cambian instantáneamente en puntos distintos en el tiempo. Generalmente, este tipo de simulación se realiza siguiendo la secuencia de ocurrencia de eventos.
- Sistemas continuos: las variables de estado cambian de manera continua en el tiempo
- En la práctica la mayor parte de los sistemas involucran partes discretas y partes continuas.

Sistemas deterministas y estocásticos

- **Sistemas determinísticos:** los parámetros involucrados son conocidos de manera precisa. En estos modelos la salida queda determinada una vez que se conocen los parámetros y las relaciones del modelo.
- **Sistemas estocásticos:** algunos parámetros son inciertos, obedecen a alguna ley de probabilidad.

Pasos en un proceso de simulación

- Formulación del problema
- Establecer los objetivos y planificar globalmente el proyecto:
 - Los objetivos indican las cuestiones a las que se deben dar respuesta en la simulación
 - En la planificación del proyecto se debería indicar los diferentes escenarios que se van a investigar, el tiempo en el que debe estar finalizado el proyecto, los recursos (materiales y personales) que van a ser necesarios y el coste del proyecto
- Modelización del problema: el sistema real bajo investigación es modelizado utilizando una serie de relaciones matemáticas y lógicas de acuerdo con las componentes y estructura del modelo. Es recomendable que, en principio, se considere un modelo simple y posteriormente desarrollar modelos de mayor complejidad.
- Recolección de datos. Necesario para establecer la estructura determinística o estocástica de cada componente del modelo
- Implementación del modelo en ordenador
- Verificación del modelo. Verificar si el programa codificado en el ordenador se corresponde con el modelo matemático previamente diseñado
- Validación del modelo. Determinar si el modelo matemático es una representación válida del verdadero sistema real.
- Diseño del experimento. Para cada escenario a simular, se debe decidir el número de simulaciones y, en su caso, la longitud de las mismas y la forma de inicializarlas.
- Simulación y análisis de los resultados
- Ampliación de la simulación. Basándose en los resultados obtenidos, determinar si son necesarias más simulaciones o si resulta necesario investigar otros escenarios.
- Informe de resultados
- Implementación de las decisiones

Entrada de datos

- Para cada elemento del sistema que se está simulando, el analista debe decidir cómo representar los datos correspondientes al mismo
- En caso de un elemento independiente de otros, las distintas elecciones podrían ser las siguientes:
 - El comportamiento es determinista
 - Ajustar el comportamiento aleatorio a una distribución de probabilidad
 - Utilizar una distribución empírica para reflejar el comportamiento aleatorio

Ajuste a una distribución de probabilidad

- Suficiente número de datos → intentar ajuste
- Test de bondad de ajuste
 - Conjeturar una posible distribución
 - El proceso es discreto o continuo?
 - Pistas. Por ejemplo, si las llegadas de los clientes a un sistema
 - Se producen de una en una
 - Son completamente aleatorias sin periodos punta ni periodos vacios
 - Se comportan de forma independiente unas de otras

Es muy posible que el número de llegadas por unidad de tiempo siga una distribución de Poisson y por lo tanto, el tiempo entre llegadas sea exponencial

 - Estimar los parámetros de la distribución conjeturada
 - Realizar un test de bondad de ajuste (como el de la chi-cuadrado)

Distribución empírica de los datos

Si todas las posibilidades de intentar ajustar a una distribución conocida han sido baldíos, se puede utilizar la distribución empírica de los datos (a través de tabla de frecuencias)

...y si no hay datos disponibles...

■ Puede ocurrir...

- En las primeras etapas de estudio
- Cuando es demasiado costoso recoger datos
- El sistema no existe físicamente

■ Estimación subjetiva

- Distribución uniforme (distribución de máxima ignorancia)
- Distribución triangular
- Pistas

Aplicaciones

Las aplicaciones de la simulación parecen no tener límites.

■ Industria

- Sincronización de la pre-producción de las partes de un artículo
- Evaluación de rutas para vehículos autómatas
- Diseño y análisis de sistemas industriales a gran escala.

■ Ejército

■ Telecomunicaciones

- Evaluación de sistemas de banda ancha

Aplicaciones

■ Sanidad

- Temporización de trasplantes de hígado
- Evaluación de la zona quirúrgica y la zona de cuidados intensivos de un hospital
- Análisis de sistemas de ambulancias
- Desarrollo de epidemias

■ Recursos naturales

- Evaluación de la calidad del agua en pantanos
- Escrutinio y control de maleza
- Crecimiento de poblaciones animales

Aplicaciones

- Transporte
 - Evaluación de procedimientos de control de tráfico.
 - Animación del peaje de una autopista
 - Administración de un sistema de taxis y control de rutas
 - Evaluación del comportamiento humano en la evacuación de un avión
- En la industria y el comercio, la simulación es una herramienta principal en los procesos de toma de decisiones.

Ventajas del uso de la simulación

- Permite probar las decisiones que se desean implementar en el sistema sin gastar recursos.
- Permite comprimir o expandir el tiempo, acelerando o frenando fenómenos que se desean investigar en profundidad
- Permite comprender mejor el funcionamiento del sistema, detectando las variables más importantes y aportando mejores estrategias
- Se puede apreciar el efecto en el sistema cuando se alteran condiciones del modelo o se experimentan nuevas situaciones (explorar nuevas posibilidades)

A tener en cuenta...

- La simulación no produce resultados exactos, sino resultados esperados
- La simulación no genera soluciones, sino que evalúa las que han sido propuestas. No responde a ¿qué es lo mejor? sino a ¿qué pasa si...?
- Un modelo complejo de simulación puede ser muy costoso en cuanto al esfuerzo necesario para reunir toda la información, construir y verificar el modelo, e incluso al tiempo necesario para evaluar las alternativas