

Contents

Clase 1: Introducción al Análisis de Resultados de Simulación	1
---	---

Clase 1: Introducción al Análisis de Resultados de Simulación

1. Objetivos Específicos de la Clase

- Comprender la importancia del análisis de resultados en el contexto de la simulación.
- Identificar las diferentes etapas del proceso de análisis de resultados.
- Conocer las métricas clave utilizadas en el análisis de resultados de simulación.
- Entender la necesidad de réplicas y período de calentamiento (warm-up) en la simulación.

2. Contenido Teórico Detallado

2.1. Introducción al Análisis de Resultados

Una vez que se ha construido y ejecutado un modelo de simulación, la siguiente etapa crucial es el análisis de los resultados. Este análisis permite extraer conclusiones significativas sobre el comportamiento del sistema modelado y tomar decisiones informadas para su mejora o optimización. El análisis de resultados no es simplemente la observación de los datos generados por la simulación; implica un proceso sistemático y riguroso que incluye:

- **Recopilación de datos:** Selección y almacenamiento de los datos relevantes generados durante la simulación.
- **Análisis estadístico:** Aplicación de técnicas estadísticas para resumir, analizar y comprender los datos.
- **Interpretación de resultados:** Extracción de conclusiones significativas a partir del análisis estadístico.
- **Validación:** Asegurar que los resultados de la simulación sean representativos del sistema real.
- **Documentación:** Registro detallado del proceso de análisis y las conclusiones obtenidas.

2.2. Etapas del Proceso de Análisis de Resultados

El proceso de análisis de resultados de simulación típicamente sigue las siguientes etapas:

1. **Definición de Objetivos:** Antes de comenzar el análisis, es fundamental definir claramente los objetivos. ¿Qué preguntas se intentan responder con la simulación? ¿Qué decisiones se tomarán en base a los resultados?
2. **Selección de Métricas Clave:** Identificar las métricas que son relevantes para responder a las preguntas de investigación. Estas métricas deben estar alineadas con los objetivos del estudio.
3. **Planificación de la Simulación:** Determinar la duración de la simulación, el número de réplicas necesarias y el período de calentamiento. Esto es crucial para obtener resultados estadísticamente significativos.
4. **Ejecución de la Simulación:** Ejecutar el modelo de simulación según el plan definido.
5. **Recopilación de Datos:** Recopilar los datos de salida generados durante la simulación.
6. **Análisis Estadístico:** Aplicar técnicas estadísticas apropiadas para analizar los datos. Esto puede incluir cálculo de medias, desviaciones estándar, intervalos de confianza, pruebas de hipótesis, etc.
7. **Interpretación de Resultados:** Interpretar los resultados del análisis estadístico en el contexto del sistema modelado.
8. **Validación de Resultados:** Validar los resultados de la simulación comparándolos con datos reales o con el conocimiento experto del sistema.
9. **Documentación:** Documentar todo el proceso de análisis, incluyendo los objetivos, las métricas, el plan de simulación, los resultados del análisis estadístico, la interpretación de los resultados y la validación.

2.3. Métricas Clave en el Análisis de Resultados

Las métricas clave varían dependiendo del sistema que se está simulando, pero algunas métricas comunes incluyen:

- **Throughput (Tasa de Producción):** Cantidad de elementos que pasan por un sistema en un período de tiempo determinado.
- **Utilización de Recursos:** Porcentaje de tiempo que un recurso (ej., máquina, operador) está ocupado.
- **Tiempos de Espera:** Tiempo que un elemento pasa esperando en una cola.
- **Longitud de las Colas:** Número de elementos esperando en una cola.
- **Tiempo de Ciclo:** Tiempo total que un elemento pasa en el sistema, desde su entrada hasta su salida.
- **Inventario en Proceso (WIP):** Cantidad de elementos que están en proceso dentro del sistema.
- **Costos:** Costos asociados con el sistema, como costos de mano de obra, materiales, energía, etc.
- **Nivel de Servicio:** Medida de la satisfacción del cliente, como el tiempo de entrega, la disponibilidad de productos, etc.

2.4. Réplicas y Período de Calentamiento (Warm-up)

- **Réplicas:** La simulación es un proceso estocástico, lo que significa que los resultados varían de una ejecución a otra debido a la aleatoriedad inherente al modelo. Para obtener resultados estadísticamente significativos, es necesario ejecutar el modelo múltiples veces, cada vez con diferentes secuencias de números aleatorios. Cada ejecución se conoce como una "réplica". El número de réplicas necesarias depende de la variabilidad de los resultados y del nivel de confianza deseado.
- **Período de Calentamiento (Warm-up):** Al inicio de una simulación, el sistema generalmente se encuentra en un estado transitorio, influenciado por las condiciones iniciales. Los datos recopilados durante este período no son representativos del comportamiento a largo plazo del sistema en estado estable. Para evitar sesgos en los resultados, es necesario descartar los datos recopilados durante el período de calentamiento. La duración del período de calentamiento debe ser determinada experimentalmente, por ejemplo, observando la evolución de las métricas clave a lo largo del tiempo.

3. Ejemplos o Casos de Estudio

Consideremos una simulación de un sistema de colas en un banco.

- **Objetivo:** Determinar el número óptimo de cajeros para minimizar el tiempo de espera de los clientes sin incurrir en costos excesivos de personal.
- **Métricas Clave:** Tiempo de espera promedio de los clientes, utilización de los cajeros, costo total (personal + tiempo de espera de los clientes).
- **Réplicas:** Se realizan 30 réplicas de la simulación, cada una con una duración de 8 horas.
- **Período de Calentamiento:** Se descartan los datos de la primera hora de cada réplica como período de calentamiento.

4. Problemas Prácticos o Ejercicios con Soluciones

1. **Problema:** Define tres objetivos específicos para simular un sistema de gestión de inventario. Para cada objetivo, identifica dos métricas clave que te ayudarían a evaluar el rendimiento del sistema.
 - **Solución:**
 - **Objetivo 1:** Minimizar los costos totales de inventario.
 - * Métricas clave: Costo total de mantenimiento de inventario, costo total de pedidos.
 - **Objetivo 2:** Maximizar el nivel de servicio al cliente (tasa de satisfacción de la demanda).
 - * Métricas clave: Tasa de cumplimiento de pedidos, número de pedidos pendientes.
 - **Objetivo 3:** Minimizar el riesgo de obsolescencia de los productos.
 - * Métricas clave: Cantidad de productos obsoletos, tiempo promedio de permanencia en inventario.
2. **Problema:** Explica por qué es importante utilizar réplicas en una simulación. ¿Qué problemas pueden surgir si se ejecuta la simulación una sola vez?
 - **Solución:** La simulación es un proceso estocástico, y los resultados de una sola ejecución pueden ser atípicos debido a la aleatoriedad inherente al modelo. Utilizar réplicas permite obtener una estimación más precisa y robusta del comportamiento del sistema, al promediar los resultados de

múltiples ejecuciones. Si se ejecuta la simulación una sola vez, se corre el riesgo de obtener conclusiones incorrectas basadas en un resultado aleatorio que no es representativo del comportamiento típico del sistema.

5. Materiales Complementarios Recomendados

- Libros de texto sobre simulación de eventos discretos.
- Artículos científicos sobre análisis de resultados de simulación.
- Tutoriales online sobre software de simulación.
- Documentación del software de simulación que se esté utilizando.