

Contents

Clase 4: Verificación, Validación y Experimentación en Simul8

1. Objetivos Específicos de la Clase:

- Comprender la importancia de la verificación y validación en el modelado de simulación.
- Aplicar técnicas de verificación para asegurar la correcta implementación del modelo Simul8.
- Implementar estrategias de validación para garantizar que el modelo represente fielmente el sistema real.
- Diseñar experimentos en Simul8 para analizar el comportamiento del modelo bajo diferentes escenarios y configuraciones.
- Interpretar los resultados de los experimentos de simulación para tomar decisiones informadas.

2. Contenido Teórico Detallado:

• Verificación:

- Definición: Proceso de asegurar que el modelo de simulación se implementa correctamente según la especificación del diseño. Es decir, "¿Estamos construyendo el modelo correctamente?".
- Técnicas:
 - * **Depuración:** Revisar el modelo en busca de errores lógicos y de programación. Utilizar el "Debug Mode" de Simul8 para ejecutar el modelo paso a paso y observar el flujo de entidades.
 - * **Análisis Estático:** Examinar el código y la configuración del modelo en busca de inconsistencias o errores potenciales. Verificar que las tasas de llegada, los tiempos de procesamiento y las reglas de enrutamiento sean correctas.
 - * **Pruebas Unitarias:** Probar componentes individuales del modelo (por ejemplo, una actividad específica) para asegurar que funcionan como se espera.
 - * **Animación:** Observar la animación del modelo para identificar comportamientos inesperados o errores visuales.

– Validación:

- Definición: Proceso de determinar si el modelo de simulación representa con precisión el sistema real. Es decir, "¿Estamos construyendo el modelo correcto?".
- Técnicas:
 - * **Comparación con Datos Históricos:** Comparar los resultados de la simulación con datos reales del sistema. Calcular métricas de desempeño (tiempo de espera, utilización de recursos) y compararlas con los datos históricos.
 - * **Juicio de Expertos:** Solicitar a expertos en el sistema real que revisen el modelo y evalúen su validez.
 - * **Pruebas de Sensibilidad:** Variar los parámetros de entrada del modelo (por ejemplo, tasas de llegada, tiempos de procesamiento) y observar cómo afectan los resultados. Si el modelo es válido, los resultados deberían ser consistentes con las expectativas.
 - * **Prueba de Turing:** Presentar los resultados de la simulación junto con datos reales a expertos, sin revelar cuál es cuál. Si los expertos no pueden distinguir entre los dos, el modelo se considera válido.

– Experimentación:

- Definición: Proceso de ejecutar el modelo de simulación bajo diferentes escenarios y configuraciones para analizar su comportamiento y evaluar diferentes opciones.
- Diseño de Experimentos:
 - * **Identificación de Factores:** Determinar qué parámetros de entrada del modelo (factores) se van a variar durante el experimento.

- * **Selección de Niveles:** Definir los valores específicos que se van a utilizar para cada factor.
 - * **Diseño Experimental:** Elegir un diseño experimental adecuado (por ejemplo, diseño factorial completo, diseño factorial fraccionado) para minimizar el número de ejecuciones de simulación necesarias.
 - * **Réplicas:** Realizar múltiples ejecuciones del modelo para cada configuración de factores para obtener resultados estadísticamente significativos.
- Análisis de Resultados:
- * **Estadísticas Descriptivas:** Calcular estadísticas descriptivas (media, desviación estándar, intervalos de confianza) para cada configuración de factores.
 - * **Análisis de Varianza (ANOVA):** Utilizar ANOVA para determinar si los factores tienen un efecto significativo en los resultados.
 - * **Gráficos:** Visualizar los resultados utilizando gráficos (por ejemplo, gráficos de barras, diagramas de dispersión) para identificar tendencias y relaciones.

3. Ejemplos o Casos de Estudio:

- **Caso de Estudio 1: Optimización de un Sistema de Colas en un Banco**

- **Problema:** Un banco está experimentando largos tiempos de espera en sus colas.
- **Modelo Simul8:** Se construye un modelo de simulación del sistema de colas del banco, incluyendo llegadas de clientes, cajeros y diferentes tipos de servicios.
- **Verificación:** Se utiliza la depuración y la animación para asegurar que el modelo se implementa correctamente. Se verifica que los clientes se dirigen a la cola correcta y que los cajeros los atienden en el orden correcto.
- **Validación:** Se comparan los tiempos de espera simulados con los tiempos de espera reales del banco. Se ajustan los parámetros del modelo (por ejemplo, tasas de llegada, tiempos de servicio) hasta que los resultados de la simulación coincidan con los datos reales.
- **Experimentación:** Se diseñan experimentos para evaluar diferentes opciones, como agregar más cajeros, cambiar la disposición de las colas o implementar un sistema de colas virtuales. Se analizan los resultados para determinar qué opción reduce más los tiempos de espera.

- **Caso de Estudio 2: Optimización de un Proceso de Fabricación**

- **Problema:** Una fábrica está experimentando cuellos de botella en su proceso de fabricación.
- **Modelo Simul8:** Se construye un modelo de simulación del proceso de fabricación, incluyendo máquinas, operadores y diferentes etapas de procesamiento.
- **Verificación:** Se utiliza el análisis estático y las pruebas unitarias para asegurar que el modelo se implementa correctamente. Se verifica que las máquinas tienen la capacidad correcta y que los operadores están asignados a las tareas correctas.
- **Validación:** Se compara la producción simulada con la producción real de la fábrica. Se ajustan los parámetros del modelo (por ejemplo, tiempos de procesamiento, tasas de falla de la máquina) hasta que los resultados de la simulación coincidan con los datos reales.
- **Experimentación:** Se diseñan experimentos para evaluar diferentes opciones, como agregar más máquinas, cambiar la disposición de la fábrica o implementar un sistema de mantenimiento preventivo. Se analizan los resultados para determinar qué opción aumenta más la producción.

4. Problemas Prácticos o Ejercicios con Soluciones:

- **Ejercicio 1: Verificación de un Modelo de Cola Simple**

- **Problema:** Se tiene un modelo de cola simple en Simul8 con una fuente, una cola y una actividad. La tasa de llegada de la fuente es de 10 clientes por hora y el tiempo de servicio de la actividad es de 5 minutos por cliente.

- **Tarea:** Verificar el modelo utilizando las técnicas de depuración y animación. Identificar cualquier error o inconsistencia.
- **Solución:**
 - * **Depuración:** Ejecutar el modelo en "Debug Mode" y observar el flujo de clientes a través del sistema. Verificar que los clientes se dirigen correctamente a la cola y que la actividad los atiende en el orden correcto.
 - * **Animación:** Observar la animación del modelo para identificar cualquier comportamiento inesperado. Por ejemplo, verificar que los clientes no desaparecen o se quedan atascados en la cola.
 - * **Posibles Errores:**
 - La tasa de llegada de la fuente puede ser incorrecta.
 - El tiempo de servicio de la actividad puede ser incorrecto.
 - Puede haber un error en la configuración de la cola o la actividad que impide que los clientes se procesen correctamente.
- **Ejercicio 2: Validación de un Modelo de Inventario**
- **Problema:** Se tiene un modelo de inventario en Simul8 que simula la gestión de un producto en una tienda. El modelo incluye la demanda de los clientes, el reabastecimiento del inventario y los costos de almacenamiento.
- **Tarea:** Validar el modelo comparando los resultados de la simulación con datos históricos de las ventas y los costos de inventario de la tienda.
- **Solución:**
 - * **Recopilar Datos Históricos:** Obtener datos históricos de las ventas y los costos de inventario de la tienda durante un período de tiempo determinado.
 - * **Ejecutar la Simulación:** Ejecutar el modelo de simulación utilizando los mismos parámetros (por ejemplo, demanda promedio, costos de reabastecimiento) que los datos históricos.
 - * **Comparar Resultados:** Comparar las ventas simuladas y los costos de inventario simulados con los datos históricos. Calcular métricas de desempeño (por ejemplo, nivel de servicio, costos totales de inventario) y comparar los resultados.
 - * **Ajustar Parámetros:** Si los resultados de la simulación no coinciden con los datos históricos, ajustar los parámetros del modelo (por ejemplo, demanda promedio, costos de reabastecimiento) hasta que los resultados coincidan.
- **Ejercicio 3: Experimentación con un Modelo de Tráfico**
- **Problema:** Se tiene un modelo de tráfico en Simul8 que simula el flujo de vehículos en una intersección. El modelo incluye semáforos, calles y vehículos.
- **Tarea:** Diseñar un experimento para evaluar el efecto de diferentes tiempos de ciclo de los semáforos en el tiempo de viaje promedio de los vehículos.
- **Solución:**
 - * **Identificar Factores:** El factor a variar es el tiempo de ciclo de los semáforos.
 - * **Seleccionar Niveles:** Seleccionar tres niveles para el tiempo de ciclo: 60 segundos, 90 segundos y 120 segundos.
 - * **Diseño Experimental:** Utilizar un diseño factorial completo, que implica ejecutar el modelo para cada combinación de niveles (en este caso, 3 ejecuciones).
 - * **Réplicas:** Realizar múltiples ejecuciones del modelo para cada tiempo de ciclo para obtener resultados estadísticamente significativos.
 - * **Análisis de Resultados:** Calcular el tiempo de viaje promedio para cada tiempo de ciclo y comparar los resultados. Utilizar ANOVA para determinar si el tiempo de ciclo tiene un efecto significativo en el tiempo de viaje.

5. Materiales Complementarios Recomendados:

- **Documentación de Simul8:** Revisar la documentación oficial de Simul8 para obtener información detallada sobre la verificación, la validación y la experimentación.
- **Libros de Simulación:** Consultar libros de simulación que cubran los temas de verificación, validación y diseño de experimentos.
- **Artículos Científicos:** Buscar artículos científicos sobre la aplicación de la simulación en diferentes áreas y cómo se abordan los desafíos de la verificación y la validación.
- **Tutoriales en Línea:** Buscar tutoriales en línea que demuestren cómo utilizar Simul8 para realizar experimentos y analizar resultados.