

# **Técnicas de validación y experimentación**

Clase nro 11

## **Introducción**

Todo modelo debe ser testeado para asegurarnos que es confiable, no tiene errores y que es aceptado por aquellos que lo van a usar.

Luego de ser testeado, tratamos de determinar el comportamiento del modelo bajo diversas circunstancias, variando sus factores (variables de decisión), para estimar los parámetros de interés.

Este proceso se llama de **experimentación**.

## Introducción

La estimación de los parámetros, su media y varianza, se realiza mediante la ejecución de **varias repeticiones**.

Para lograr cierta precisión en la estimación se requiere a menudo que el número de repeticiones sea muy grande, pero existen métodos que permiten reducir este número en forma considerable (**métodos de reducción de varianza**).

## Verificación

Es la tarea de chequear el modelo y el programa para asegurarnos de que se comportan como esperamos.

El programa debe ser construido en etapas, libres (al máximo) de error y fáciles de testear. Técnica recomendable *top-down*, donde se define la estructura general y luego se van rellenando los detalles.

Se recomienda definir y especificar el modelo para luego escribir el programa en etapas, de la siguiente manera (como lo han venido haciendo):

## Verificación

a) Programar los eventos, el ejecutivo y la inicialización en la forma más simple, con parámetros constantes, sin incluir las características más complejas del modelo.

Imprimir valores de tiempos y nombres de eventos, así como atributos de entidades que comienzan y terminan actividades, con el objetivo de obtener información que permita observar si el programa se comporta como se espera que lo haga.

## Verificación

b) En caso de simulación estacionaria, realizar el análisis de estado estacionario, recolectar datos en histogramas, verificar que parecen ser cuerdos.

c) Cambiar el programa para que las variables de decisión se ingresen desde teclado, verificar que no hay cambios en los resultados.

d) Incluir muestreo según distribuciones (aquellas que fueran determinadas a partir de la recolección de datos). Realizar análisis de estado estacionario.

## Verificación

e) Introducir aquellos procesos lógicos más complicados o características de las entidades que no habían sido incluidas (una a la vez) y testear el programa. Se debe programar en forma modular de modo de que las modificaciones se puedan realizar en forma independiente.

f) Correr el programa usando gran número de datos (variados en un rango considerable) y con diferentes torrentes de semillas (stream numbers), para poder detectar posibles otros errores.

Pascal\_SIM y EOSimulator ofrecen detección de algunos de los errores más comunes.

## Validación

En cualquier trabajo de modelado y muy especialmente en simulación, el proceso de plantear hipótesis, construir el modelo y validarlo es un proceso cíclico.

Muchas veces las partes individuales de un modelo parecen representar la realidad, pero cuando se consideran en conjunto, resulta en un pobre reflejo de la conducta del sistema en general.

Existen dos formas de validar un modelo:

## **Validación**

a) Permitir que el usuario chequee que la simulación se desarrolla como debe.

El usuario no tiene por qué entender el código, pero sí debe poder entender el diagrama de actividades y debe participar activamente en el planteo de los objetivos del trabajo y por ende en la lógica y detalles de la simulación.

## **Validación**

Es importante brindarle resultados visuales del comportamiento de las colas, entidades y el uso de recursos, que le permitan ver si la simulación se comporta en forma similar al sistema real.

## **Validación**

b) Brindar estadísticas que confirmen que la simulación produce resultados similares a los del sistema real. Esto necesita de una recolección de datos adicional acerca de promedios de largos de colas, tiempo de ocupación de los servidores y tiempos de espera, los que se confrontarán con los obtenidos mediante la simulación.

## **Validación**

Tener cuidado ya que pueden haber ocurrido cambios en el sistema real luego de comenzado el estudio de la simulación, verificar si no influyen en los resultados, causando diferencias de importancia.

También puede ocurrir que se hayan despreciado características que en realidad influyen en el comportamiento del sistema como ser el hecho de que un porcentaje de clientes se pierdan cuando las colas son muy largas.

## Análisis de sensibilidad

Se analiza la conducta y respuesta del modelo cuando se testean distintas hipótesis y niveles de factores.

El número de factores debe mantenerse tan bajo como sea posible. Generalmente se realiza el análisis de dos niveles por factor.

En el *proceso de validación* se utiliza análisis de sensibilidad para:

## Análisis de sensibilidad

- a) Asegurarnos que el modelo produce resultados razonables cuando los factores e hipótesis son cambiados.
- b) Para simplificar la estructura del modelo. Si el cambio en los niveles de algunos factores no implica cambios en las respuestas del modelo, entonces podríamos pensar en omitir algún recurso o actividad implicada en esos cambios. Por ejemplo, si incluir cierto número de actividades de los doctores en el modelo del hospital, no influye en los tiempos de los pacientes, podemos obviarlas.

## **Análisis de sensibilidad**

c) Chequear los efectos del uso de parámetros basados en información inadecuada, difícil de obtener o incierta. Por ejemplo, tiempo real de actividades, podemos hacer corridas con valores límites y estudiar el tiempo y esfuerzo necesario para obtener buenos datos.

*Todo análisis de sensibilidad debe ser realizado con cuidado y muy bien planificado, ya que es imposible chequear todos los propósitos planteados a la vez.*

## **Análisis de sensibilidad**

El análisis de sensibilidad se utiliza también en el propio proceso de *experimentación*, para estudiar los efectos causados en los resultados del modelo, al cambiar algunos factores o los "streams" .

Por ejemplo en el caso del hospital, las variables de decisión son el número de camas y los tiempos de apertura de la sala de operaciones.

## Análisis de sensibilidad

Se eligen valores máximos y mínimos de interés y realistas por factor, realizándose cierta cantidad de corridas para encontrar el largo de las colas, una para cada combinación de factores .

Ejemplo (inadecuado para validación), si se elige:

	mínimo	máximo
<b>camas</b>	10	30
<b>tiempo apertura</b>	2	8

Se realizan cuatro corridas.

## Resumen

Conceptos importantes:

- Verificación
- Validación
- Experimentación
- Análisis de sensibilidad