Simulación II

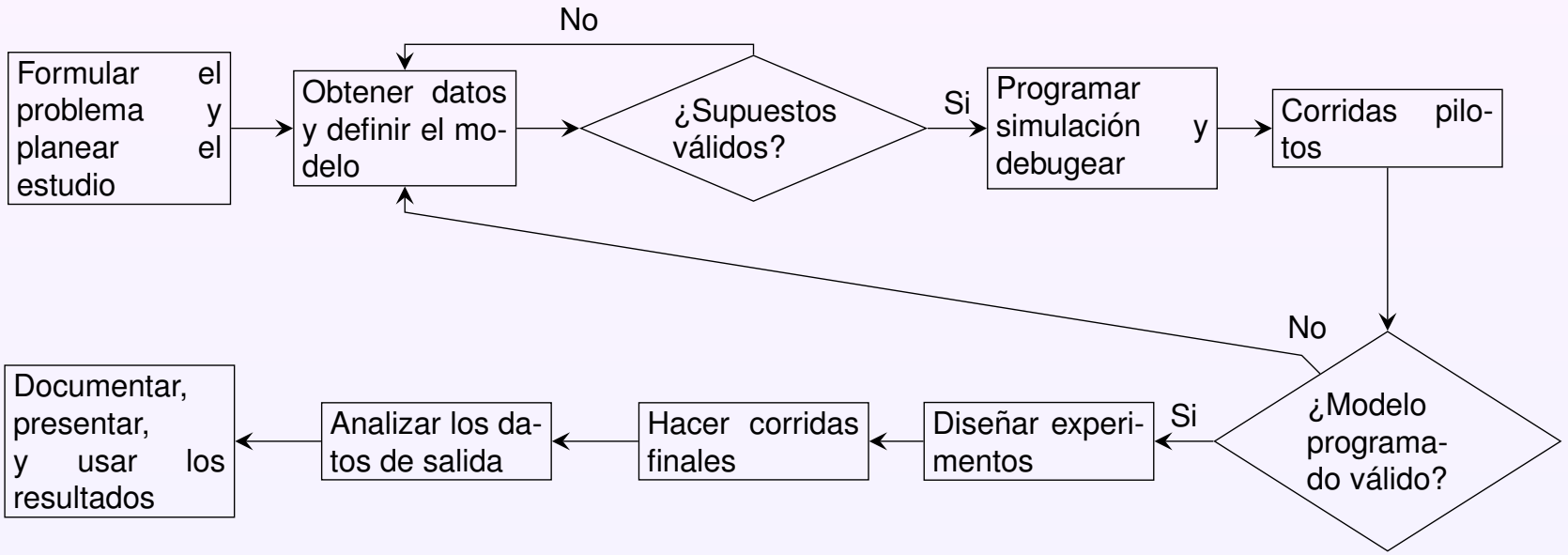
Dpto. Ingeniería Industrial, Universidad de Chile

IN47B, Ingeniería de Operaciones

Contenidos

Pasos de un buen estudio de simulación

Vista General



Formular el problema y planear estudio

- Problema presentado por una unidad.
  - Problema puede estar mal definido, o en términos cualitativos.
  - Proceso Iterativo es necesario
- Varias reuniones con director proyecto, experto de simulación, experto en el sistema.
  - Definir objetivos del estudio.
  - Definir preguntas específicas a responder.
  - Definir medidas numéricas para comparar diferentes configuraciones.
  - Alcance del modelo.
  - Diferentes configuraciones a probar.
  - Tiempo del estudio y recursos necesarios.
- Seleccionar el software a usar.

Recoger Datos del Sistema

- Recoger información sobre estructura y reglas de operación del sistema.
  - Ningún individuo es suficiente.
  - Personas con conocimiento equivocado del sistema (buscar expertos reales).
  - Procedimientos pueden no estar formalizados.
- Recoger datos para definir parámetros del sistema y distribuciones de entrada.
- Formalizar información anterior en un documento de supuestos.
- Recoger datos sobre el desempeño del sistema real.

Recoger Datos del Sistema

- Escoger nivel de detalle del sistema.
  - Objetivos del proyecto.
  - Métricas a utilizar.
  - Datos disponibles.
  - Problemas de credibilidad.
  - Opinion de los expertos del sistema.
  - Restricciones de tiempo/presupuesto.
- Empezar con un modelo simplificado y refinarlo a medida que sea necesario.
- Interactuar con el director del proyecto y expertos del sistema regularmente.

¿Son los Supuestos Válidos?

- Realizar una revision del documento de supuestos con los expertos del sistema y con el director del proyecto.
  - Asegurar que supuestos son correctos y completos.
  - Ayudar a la interacción entre miembors del equipo.
  - Incrementar el sentido de propiedad del modelo en el equipo.
  - Debería hacerce antes de comenzar a programar.

Construir un programa y verificarlo

- Programar en un lenguaje general (C,C++,Java,C#) o en un software de simulación (Arena, Extend, Flexsim, ProModel).
  - Lenguajes generales tienen la ventaja de que usualmente uno es conocido.
  - Ofrecen control absoluto del programa.
  - Son mucho mas baratos de comprar (Licencias).
  - Pueden resultar en tiempos de ejecucion menores.
  - Lenguajes de simulacion resultan en menores tiempos de programación
  - Proveen de interfaces gráficas (Atractivas para gerencia).
- Debugear el programa.

Corridas Piloto, ¿Es el modelo programado Válido?

- Ejecutar corridas pilotos del programa
- Comparar desempeño real del sistema con sistema simulado.
- Revisar consistencia de resultados con expertos del sistema real y con director proyecto.
- Realizar análisis de sensibilidad, identificando aspectos del sistema que necesitan mayor nivel de detalle o cuidado en el modelo.

Diseño de Experimentos

- Para cada configuración de interes especificar:
  - Largo de cada corrida de simulación.
  - Período transiente de cada corrida (si necesario).
  - Número de simulaciones independientes a realizar, para así definir los correspondientes intervalos de confianza.

Corridas Finales, Análisis de Resultados

- Ejecutar corridas principales.
- Objetivos principales en el análisis son:
  - Determinar desempeño absoluto de cada configuración analizada.
  - Comparar configuraciones alternativas en forma comparativa (análisis de tipo pareto).

Documentar, presentar, y usar resultados

- Documentar supuestos utilizados.
- Documentar código del programa.
- Documentar criterios de intervalos de confianza, etc.
- Presentar Resultados:
  - Uso de animaciones para presentar modelo a audiencia amplia.
  - Discutir proceso de validación de sistema.
  - Resultados se usarán en la medida de que sean validos y creibles.

Supuestos Generales

- Asumimos que existe un generador de números aleatoreos uniforme.
- Nótese que estos no son continuos, tienen entre 32 o 56 bits de resolución.
- Diferencias menores a $10^{-9,6}$ o $10^{-16,8}$ no pueden observarse.
- Asumimos que aleatoredad del generador es buena.
- Asumimos que el generador es *eficiente*.

Transformación Inversa

- Dado $U \sim U(0,1)$, $X \sim F$ probabilidad acumulada, retornar $X = F^{-1}(U)$.
- Ejemplo: $X \sim \exp(\beta)$ entonces

$$F(x) = \begin{cases} 1 - e^{-x/\beta} & x \geq 0 \\ 0 & \text{si no} \end{cases}$$

- $F^{-1}(u) = -\beta \log(1-u)$.
- Requiere generar un solo número aleatoreo.
- Extendible a F no continuas, con saltos numerables.
- Más generalmente $X = \text{mín}\{x : F(x) \geq U\}$.
- Si F^{-1} no se conoce, método numérico es necesario.
- Fácil producir distribuiciones truncadas.

Composición

- Aplicable a composición convexa de variables aleatoreas.
- $F(x) = \sum_{i \in \mathbb{N}} p_i F_i(x)$, $p_i \geq 0$, $\sum_{i \in \mathbb{N}} p_i = 1$.
- Generar número j tal que $P(j) = p_j$.
- Retornar X con distribuición F_j.
- Ejemplo: $X \sim Trap(a)$, donde
$$f(x) = \begin{cases} a + 2(1-a)x & 0 \leq x \leq 1 \\ 0 & \text{si no} \end{cases}.$$
- $f(x) = a I_{[0,1]}(x) + (1-a)2x I_{[0,1]}(x)$.
- Requiere sólo un número aleatoreo y generar sub-variable aleatorea.

Convolución

- Aplicable a variables aleatoreas que son sumas de otras variables aleatoreas independientes.
- $X = \sum_{i=1}^{n} Y_i$.
- Generar Y_i con la distribuición apropiada.
- Retornar $X = \sum_{i=1}^{n} Y_i$.
- Ejemplo: $X \sim$ m-Erlang(β)
- $X = \sum_{i=1}^{m} \exp(\beta/m)$.

Aceptar/Rechazar

- Tenemos X con densidad $f(x)$ a soporte acotado S.
- Definimos $c = \text{máx}\{f(x) : x \in S\}$.
- Generar x uniformemente en S.
- generar Y uniformemente en $[0, c]$
- Retornar x si $Y \leq f(x)$, si no, generar nuevamente x, Y.
- Útil cuando otros métodos son difícil de implementar.
- Dependiendo de f puede requerir muchas generaciones de números aleatoreos.