

Proyecto: Simulación

Objetivos

Objetivo General

Realizar una simulación de un problema de la vida real para poner en práctica los diferentes contenidos desarrollados en el curso como parte del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Objetivos Específicos

- Formular un modelo matemático para la simulación por eventos discretos que represente el problema planteado por la docente.
- Implementar el modelo computacionalmente mediante herramientas y lenguajes de programación adecuados (por ejemplo: Python con bibliotecas como PuLP, SciPy, Gurobi u OR-Tools), simulando diferentes escenarios y parámetros para evaluar el comportamiento del modelo bajo distintas condiciones y restricciones, analizando su sensibilidad y robustez.
- Comparar y analizar distintas soluciones propuestas por su algoritmo, evaluando aspectos como la eficiencia computacional, la viabilidad de la solución en el contexto del problema y los costos obtenidos.
- Documentar y presentar los hallazgos en un informe técnico y una exposición oral, explicando el problema, el modelo, la implementación, los resultados obtenidos y las conclusiones derivadas de la simulación.

Descripción

En este proyecto se realiza en equipos (equipos colaborativos), y consiste en la realización de un programa en el lenguaje de programación que el equipo escoja para realizar una simulación por eventos discretos del sistema que se describe en este documento, así como confeccionar la documentación que más adelante se le solicita.

Cada equipo (equipos colaborativos) debe realizar una simulación de un problema dado dividido en las siguientes etapas del proyecto:

- **I Etapa.** Modelación del problema.
- **II Etapa.** Diseño e implementación del modelo.
- **III Etapa.** Resultados y documentación.
- **Presentación.** Mediante la expresión oral, mostrar los resultados y hallazgos más relevantes del proyecto.

Aspectos Metodológicos

Todos los estudiantes deben organizarse en equipos de 4 personas para realizar este proyecto. El trabajo consiste en realizar la presentación del diseño e implementación del modelo, el conjunto de datos generados y los resultados obtenidos (estadísticas obtenidas y el análisis del sistema).

Se deben realizar tres entregables, uno por etapa, cada uno representa un esfuerzo grupal. Los entregables deben realizarse siguiendo la plantilla del proyecto dada por la docente y las indicaciones dadas en cada uno, la letra de las entregas debe ser Cambria, Arial, o Times New Roman, tamaño: 10-12. Debe mantener el orden establecido en las instrucciones. Se debe incluir el código como adjunto a la entrega en un archivo comprimido.

Sistema para Simular

Suponga que hay una red de 3 computadoras cuyo único trabajo es el de encargarse de la recepción, distribución y envío de los mensajes electrónicos en determinada empresa.

Esta red funciona así:

- **Computadora No.1:** Es la única encargada de enviar los mensajes a su destino, pero no los recibe directamente de los usuarios sino desde las otras 2 computadoras.
- **Computadora No.2:** Es la que recibe, en promedio, un mensaje cada 15 segundos desde fuera del sistema, tiempo exponencial. Esta computadora analiza y prepara cada uno de estos mensajes, tardando un tiempo uniforme entre 5 y 10 segundos, una vez analizado y preparado un mensaje, éste se envía siempre a la computadora No.1. La computadora No. 1 usualmente le devuelve a esta computadora el 20% de los mensajes que recibe de ella (Computadora No. 2) para que los analice y prepare de nuevo pues llegaron con algún error.
- **Computadora No.3:** Es la que recibe mensajes desde fuera del sistema con un tiempo entre arribos cuya distribución “triangular” es la siguiente (tiempo en segundos):

$$f(x) = \begin{cases} \frac{x}{8} - \frac{1}{4} & 2 \leq x \leq 4 \\ \frac{5}{12} - \frac{x}{24} & 4 \leq x \leq 10 \end{cases}$$

Esta máquina tiene el mismo trabajo que se describe para la Computadora No.2: analiza y prepara cada mensaje para ser enviado a la Computadora No. 1, sin embargo, se da el caso especial en esta computadora, de que en promedio, el 75% de todos los mensajes que llegan son rechazados totalmente como resultado del análisis por no cumplir con alguna especificación obligatoria. Los que no son rechazados son enviados a la Computadora No.1. La Computadora No. 1, usualmente, le devuelve a la Computadora No. 3 el 50% de todos los mensajes que recibe de ella. Estos mensajes devueltos se vuelven a analizar y preparar en la Computadora No. 3, y corren igual suerte como si fuera nuevos: puede ser rechazado con la misma probabilidad. El procesador de esta máquina puede analizar y preparar (o rechazar) cada mensaje en un tiempo cuya distribución es la siguiente (tiempo en segundos):

$$f(x) = \frac{3x^2}{98} \quad 3 \leq x \leq 5$$

La Computadora No. 1, puede procesar un mensaje en un tiempo cuya distribución es normal con una media de 3 segundos y una varianza de 1 segundo cuadrado: $n(3,1)$, ya sea enviando el mensaje a su destino, o lo devuelve a su computadora de origen por llegar con error.

Datos que el usuario de la simulación debe dar al inicio de uso del programa

1. Número de veces que se va a correr la simulación.
2. Tiempo total en segundos para correr cada vez la simulación (tiempo máximo).

Presentación del sistema en pantalla mientras corre la simulación

La simulación se puede correr en dos “velocidades”, una lenta que permita ver la ocurrencia de los eventos, y una rápida que muestre lo mismo que la lenta, pero sin ningún tiempo de espera para apreciar la pantalla. En ambas “velocidades” se debe terminar con los últimos valores que deben aparecer en pantalla, y a solicitud del usuario, poder pasar a ver los resultados de las estadísticas.

Lo siguiente debe aparecer en pantalla:

- Reloj del sistema (en segundos, con dos decimales).
- Evento que ocurre en ese momento.
- Número de mensajes en cada una de las colas.
- Estado de cada uno de los procesadores.
- Número total de mensajes que hasta ese momento ha llegado a la Computadora No. 2.
- Número total de mensajes que hasta ese momento ha llegado a la Computadora No.3.
- Número total de mensajes que hasta ese momento ha enviado la Computadora No.1.
- Número total de mensajes que hasta ese momento ha rechazado la Computadora No.3.
- Tiempo total que hasta ese momento han trabajado los tres procesadores juntos.
- Número de corrida, del total de veces que pidió el usuario.

Estadísticas solicitadas para medir rendimiento del sistema

Al finalizar cada corrida deben calcular y desplegar en pantalla, cuando el usuario lo pida, las siguientes mediciones:

- Tiempo promedio que pasa un mensaje en el sistema para cada uno de los siguientes casos:
 - Llega a Computadora No. 2 y es enviado a su destino por la Computadora No. 1.
 - Llega a Computadora No. 3 y es enviado a su destino por la Computadora No.1.
 - Llega a Computadora No. 3 y es rechazado para siempre.
 - En general para cualquier mensaje.
- Tiempo promedio que pasa un mensaje haciendo cola para cada uno de los siguientes casos:
 - Llega a Computadora No. 2 y es enviado a su destino por la Computadora No. 1.
 - Llega a Computadora No. 3 y es enviado a su destino por la Computadora No. 1.
 - Llega a Computadora No. 3 y es rechazado para siempre.
 - En general para cualquier mensaje.
- Coeficiente de eficiencia (tiempo promedio en colas/tiempo promedio total) para cada uno de los siguientes casos:
 - Llega a Computadora No. 2 y es enviado a su destino por la Computadora No. 1.
 - Llega a Computadora No. 3 y es enviado a su destino por la Computadora No. 1.
 - Llega a Computadora No. 3 y es rechazado para siempre.
 - En general para cualquier mensaje.
- Tiempo promedio que pasa ocupado cada uno de los 3 procesadores.
- Porcentaje del tiempo que pasa cada uno de los 3 procesadores ocupado.
- Tiempo promedio que en el sistema trabajaron los tres procesadores juntos.
- Porcentaje del tiempo que pasaron trabajando juntos los 3 procesadores.

Calcular al final de todas las corridas solicitadas por el usuario y presentar en pantalla cuando se pida, un promedio para cada una de las medidas indicadas anteriormente.

Calcular al final de todas las corridas solicitadas por el usuario y presentar en pantalla cuando se pida, el intervalo de confianza para el tiempo promedio que pasa un mensaje en el sistema (para cada uno de los 4 casos solicitados).

Documentación esperada

- Manual de usuario describiendo el ambiente necesario para ejecutar y usar el programa.
- Descripción del sistema a simular (este enunciado basta).
- Un diagrama de flujo describiendo claramente la manera en la que se hará la simulación del sistema. Deben usarse nombres descriptivos, o una lista describiendo cada "nombre" del diagrama.
- Adjuntar el código con toda la lógica del sistema y la descripción de cada evento. También la parte que calcula valores aleatorios y las estadísticas solicitadas. Debe tener una clara y completa documentación interna.
- Estadísticas obtenidas para los datos de prueba que más adelante se entregarán.
- Análisis del sistema con base en estadísticas obtenidas
- Descripción de los problemas encontrados hasta el momento en la simulación y una idea de cómo resolver cada uno.
- Los recursos que se han utilizado para sustentar el trabajo (referencias bibliográficas). Pueden utilizar alguno de los siguientes formatos: APA o IEEE.
- Bitácora de trabajo del equipo, se encuentra en la plataforma de Mediación Virtual del curso. Se debe entregar por cada etapa.
- La autoevaluación y coevaluación de cada miembro del equipo, en formato PDF. La calificación final la investigación será un 90% la calificación obtenida y un 10% las evaluaciones (autoevaluación y coevaluación). Se debe entregar por cada etapa.

Evaluación y Medición

I Etapa. Modelación del problema	5%
II Etapa. Diseño e implementación del modelo	10%
III Etapa. Resultados y documentación	10%
Presentación	5%
Total	30%

Notas Importantes

- El proyecto se puede realizar en grupo de cuatro personas (equipos colaborativos).
- Se formarán los grupos el primer día de clases.
- En cada entrega se debe entregar la documentación respectiva y la división del trabajo en la hora respectiva en Mediación Virtual, esto será una prueba de la entrega del trabajo asignado.
- En cada entrega, si corresponde, el código debe venir incluido, el cual debe venir debidamente comentado. Deben hacer el esfuerzo de incluir información que permita saber que hace cada bloque. Esta es una buena práctica y además nos ayuda a saber que están aprendiendo a familiarizarse con el lenguaje. El código deben subirlo como un comprimido adicional al entregable. La ausencia del código se penalizará con 15 puntos del total de la nota del entregable
- Se debe adjuntar la autoevaluación y coevaluación de cada miembro del equipo, en formato PDF. La calificación final la investigación será un 90% la calificación obtenida y un 10% las evaluaciones (autoevaluación y coevaluación).
- En cada etapa se debe entregar la bitácora que respalda el trabajo de los miembros del equipo colaborativo.
- En cada etapa se debe usar la plantilla dada por los docentes: CI0130_PlantillaProyecto.docx. El documento del proyecto debe venir en formato PDF.
- Los documentos se deben enviar vía Mediación Virtual de forma comprimida, el archivo comprimido que se adjunte debe venir con el nombre "**ProyectoEtapa#_Equipo#.zip**" (por ejemplo: ProyectoEtapa1_Equipo1.zip).
- La ausencia de los formatos solicitados y de las instrucciones dadas se penaliza con 10 puntos del total de la nota del entregable.
- Cada semana se realizarán sesiones semanales del trabajo realizado en el proyecto, aproximadamente 4 minutos por equipo. En estas sesiones cada equipo debe comentar el avance, los problemas encontrados y el trabajo a realizar en la semana siguiente.

Etapas del Proyecto

I Etapa. Modelación del Problema

En esta etapa se deben definir el problema dado y los datos que se simularán. Debe presentar una descripción detallada del problema y una propuesta del modelo o modelos que desee utilizar en él.

Deben entregar un documento escrito en PDF que contenga como mínimo las siguientes partes:

1. Introducción.
2. Descripción del sistema a simular:
 - (a) Descripción del problema dado.
 - (b) Descripción de los datos solicitados.
3. Diagrama de flujo describiendo claramente la manera en la que se hará la simulación del sistema.
4. Propuestas del modelo o modelos que desee utilizar: optimización, cadenas de Markov, simulación, teoría de colas, etc.
5. Lenguaje de programación seleccionado y librerías que utilizarán en el proyecto.

II Etapa. Diseño e Implementación del Modelo

Para esta etapa el objetivo es que los datos ya estén simulados y se cuente con una primera versión de la implementación del modelo.

Deben entregar los archivos utilizados para el proyecto. El código debidamente documentado debe venir en un archivo comprimido. Deben incluir la creación de los datos y la primera versión funcional del modelo seleccionado.

III Etapa. Resultados y Documentación

En esta etapa se deben tener todos los resultados para tomar decisiones y dar conclusiones. Deben entregar como mínimo lo siguiente:

1. Documento escrito en PDF con las siguientes partes:
 - (a) Introducción.
 - (b) Descripción del sistema a simular:
 - Descripción del problema.
 - Descripción del modelo utilizado.
 - (d) Resultados (estadísticas obtenidas y el análisis del sistema).
 - (e) Conclusiones.
 - (f) Lecciones aprendidas (problemas encontrados y cómo resolverlos).
 - (g) Referencias bibliográficas.
2. Archivos de código deben estar debidamente documentado e incluir:
 - (a) Generación de datos.
 - (b) Modelo.
 - (c) Generación de resultados.
 - (d) Manual de usuario.

Presentación de Resultados

En esta etapa se mostrarán los resultados y hallazgos más relevantes del proyecto. Para la presentación, se deben seguir los siguientes lineamientos:

1. Cada equipo contará con 15 minutos, donde 12 corresponderán a tiempo efectivo de la presentación y 3 minutos serán utilizados para responder preguntas. Por lo tanto, deben realizar un buen manejo del tiempo.
2. Deben participar todos los integrantes del grupo. Además, cualquier miembro del equipo debe ser capaz de responder preguntas relacionadas al trabajo realizado. La ausencia injustificada de un integrante del equipo resultará en una nota de cero para dicho integrante.
3. Deben utilizar una presentación accesible. No utilizar fotos de procedimientos hechos a mano o imágenes de baja calidad. Tampoco se deben combinar fondos claros con oscuros.

4. Deben considerar los criterios que se evaluarán al realizar la presentación del proyecto a la clase y a la docente, descritos en CI0130_EvaluacionProyecto_Presentacion.pdf y que se encuentra en la plataforma de Mediación Virtual del curso.

La presentación debe incluir por lo menos:

1. Descripción del problema dado.
2. Datos generados.
3. Modelo.
4. Resultados.
5. Conclusiones.