

INVESTIGACIÓN OPERATIVA (GIS). Curso 2019/2020

Práctica 2. SIMULACIÓN. Guía de la actividad

1 Introducción

A continuación se presenta un caso práctico. Usted, como responsable de operaciones de la empresa, debe encontrar una solución al problema planteado. Para ello deberá construir un modelo de simulación y realizar los experimentos adecuados mediante el uso de software específico. Con el fin de facilitar la elaboración de la práctica se ha dividido el trabajo en dos fases.

2 Objetivos

El objetivo de la práctica es profundizar en el conocimiento de la Simulación como herramienta de planificación y gestión óptima de recursos.

3 Competencias desarrolladas

El desarrollo de este trabajo está encaminado a desarrollar las competencias de la asignatura. En concreto, las competencias generales trabajadas son:

- CG10. Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planificación de tareas y otros trabajos análogos de informática
- CG09. Capacidad para resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, autonomía y creatividad. Capacidad para saber comunicar y transmitir los conocimientos, habilidades y destrezas de la profesión de Ingeniero Técnico en Informática.

Entre las competencias específicas trabajadas, destacan:

- CB01. Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; cálculo diferencial e integral; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.
- CE01. Capacidad para diseñar, desarrollar, seleccionar y evaluar aplicaciones y sistemas informáticos, asegurando su fiabilidad, seguridad y calidad, conforme a principios éticos y a la legislación y normativa vigente.
- CE06. Conocimiento y aplicación de los procedimientos algorítmicos básicos de las tecnologías informáticas para diseñar soluciones a problemas, analizando la idoneidad y complejidad de los algoritmos propuestos.

Además, se desarrollan competencias en el trabajo en equipo.

4 Materiales

Para el desarrollo de la práctica es necesario disponer de:

- Guía de estudio, con las instrucciones precisas para el desarrollo de la misma y el enunciado del caso práctico planteado.

- Software de modelado y resolución de problemas de simulación. En este caso, el software utilizado es Enterprise Dynamics (<http://www.incontrolsim.com/product/enterprise-dynamics/>). Su versión de estudiante (gratuita) permite resolver problemas de hasta 30 átomos.
- Editor de texto para la elaboración del informe final.

5 Entrega

Grupos de entrega

El trabajo se realizará en grupos de dos o tres personas. Para apuntarse a un grupo es necesario entrar en la herramienta de *elección de grupos para la práctica 2* del campus virtual. La composición de los grupos se podrá variar hasta una semana antes del final del plazo de entrega. A partir de ese momento, cualquier cambio requiere de la aprobación de todos los componentes de los grupos implicados y del profesor.

Plazo y medio de entrega

- La entrega del trabajo se hará en el apartado habilitado al efecto en el campus virtual antes de la fecha indicada en la carpeta.
- No se admitirá la entrega por cualquier otra vía que no sea la indicada en el punto anterior.
- Será suficiente con que un componente del grupo realice la entrega.

Entregables

La entrega consistirá e tres ficheros:

1. Informe (en un documento en formato PDF) con descripción del modelo utilizado para la resolución del problema y la solución obtenida.
2. Fichero utilizado para la resolución del modelo: fichero con el modelo de simulación creado con ED y cualquier otro fichero auxiliar que sea necesario para reproducir los experimentos y/o interpretar la solución.

El informe debe indicar claramente los componentes del grupo. Los nombres de los ficheros entregados deben seguir la siguiente regla:

GIS-IO-P2D-GrupoX-Y.(extensión)

donde la letra X hace referencia a la letra del grupo que realiza la entrega, la letra Y debe ser una secuencia formada por el primer apellido de cada uno de los componentes del grupo.

6 Criterios de evaluación

- La práctica se evaluará en una escala de 0 a 100 puntos.
- La calidad formal de los documentos presentados (formato, corrección, claridad de exposición, etc.) tendrá un peso en la calificación final del 20 sobre 100.

- La puntuación máxima sólo se alcanzará si el modelo planteado es correcto, la solución es correcta y se obtiene mediante *ED* (80 por el contenido y 20 por la calidad formal).
- Las entregas que incluyan sólo el informe con el modelo matemático utilizado (con o sin la solución) o presenten ficheros *ED* incompletos o con errores podrán optar a una calificación máxima de 60 sobre 100 (40 por el contenido y 20 por la calidad formal).

En la carpeta de entrega del aula virtual se puede consultar la rúbrica que se utilizará para la evaluación de la entrega.

7 Enunciado del caso práctico y desarrollo

7.1 Escenario

En la empresa de telecomunicaciones TeleOne quiere implantar un nuevo sistema de atención a cliente a través de un call center. Las principales características del sistema a modelar y simular son las siguientes:

- Las solicitudes de servicio son de tres tipos distintos:
 1. Tipo1: llamadas por teléfono.
 2. Tipo2: peticiones vía Internet.
 3. Tipo3: peticiones vía fax.
- Los volúmenes medios de llegadas de cada tipo son respectivamente:
 1. Tipo1: 15 llamadas por min.
 2. Tipo2: 20 entradas por min.
 3. Tipo3: 1 entrada cada 5 minutos.
- Las solicitudes se quedan en espera hasta que el correspondiente servidor quede libre y se atienden por orden de llegada.
- El centro funciona 24 horas y, dado el carácter internacional, no se detecta una gran variación en el número y tipo de peticiones a lo largo de día.

Cada tipo de solicitud se procesa inicialmente de forma independiente. Así, las llamadas por teléfono se atienden por tele-operadores, las peticiones vía Internet se atienden por estaciones de monitorización semiautomáticas que funcionan con software y las peticiones vía fax se atienden por unos operadores específicos. El tiempo medio requerido para cada servicio se detalla a continuación:

- Servicio de tele-operadores: 16 segundos/petición.
- Programas automáticos: 12 segundos/petición.
- Operadores de fax: 130 segundos/petición.

Se ha detectado que el 10% de las peticiones recibidas, indistintamente de su origen, son errores y, por tanto, una vez recibidas y atendidas en esta fase, estas peticiones no requieren un servicio adicional por parte de la empresa. El resto de las peticiones, indistintamente de su origen, se envían a los servicios de atención a cliente específicos en función de la petición solicitada. Existen cuatro servicios:

- Servicio1: consultas sobre facturas
- Servicio2: solicitudes de nuevos clientes
- Servicio3: reclamaciones de clientes
- Servicio4: servicio técnico

Los tiempos medios de servicio de cada tipo son:

- Servicio1: 1 min.
- Servicio2: 3 min.
- Servicio3: 4 min.
- Servicio4: 5 min.

La distribución en porcentaje de las peticiones de cada servicio (es la misma para todos los tipos de llegadas) es la siguiente:

- Servicio1: 80%.
- Servicio2: 10%.
- Servicio3: 2%.
- Servicio4: 8%.

Además, hay que considerar que en un 20% de las reclamaciones de clientes pasan a continuación al servicio técnico y un 10% a consultas sobre facturas. La compañía considera que para proporcionar un nivel de servicio adecuado, los operadores no pueden estar saturados más de un 85%.

El objetivo de la empresa es determinar el número de operadores necesarios en cada servidor para garantizar que ningún servidor opera a más del 85% de su capacidad y describir el sistema a partir de algunos indicadores que se señalan a continuación.

1. Tasa de uso de cada servidor.
2. Tiempo medio de espera en cada servidor.
3. Tiempo medio de respuesta por cada tipo de petición y general (sin distinguir el tipo de petición). Este cálculo debe hacerse para considerando las peticiones recibidas y considerando sólo las peticiones no erróneas (las que pasan a alguno de los servidores).

Los estudios realizados por la empresa permiten asumir que tanto las llegadas como los servicios se ajustan a procesos de Poisson.

Para obtener la respuesta a las preguntas anteriores, usted debe construir un modelo del sistema siguiendo los siguientes pasos:

1. Utilizando modelos y resultados analíticos de Teoría de Colas y Redes de Colas, determinar el número de operadores necesarios en cada servicio para garantizar el nivel de saturación máximo del 85%.

2. A partir del modelo analítico obtenido en el punto anterior, calcular los indicadores señalados anteriormente:
3. Crear un modelo de simulación que represente el sistema indicado.
4. Simular el funcionamiento del sistema durante 24 horas, realizando un número representativo de réplicas (no menos de 100 réplicas correspondientes a 24 horas cada una) que garantice que el error de estimación en el tiempo medio de respuesta es de menos del 5%.
5. A partir del modelo de simulación obtenido en el punto anterior, calcular los indicadores señalados anteriormente (en términos de intervalos de confianza) y compararlos con los obtenidos en el modelo analítico.
6. Utilizar el modelo de simulación para obtener los mismos indicadores en las dos siguientes situaciones:
 - (a) Se considera que todos los tiempos de servicio son constantes e iguales a la media indicada.
 - (b) Se considera que todos los tiempos de servicio se pueden aproximar por una variable con distribución normal con media la indicada y con desviación típica igual a el 15% de la media (por ejemplo, si la media es 1 minuto=60 segundos, la desviación típica es 0.15 minutos=9 segundos).

Comparar los resultados con el modelo exponencial, mostrando las diferencias e indicando cuál es la justificación teórica de esta diferencia.

Para realizar el modelo de simulación debe utilizar el software Enterprise Dynamics de INCONTROL. La versión de estudiante se puede obtener en la página web de la empresa, <http://support.incontrolsim.com/en/enterprise-dynamics> y seleccionando **downloadtrial**, para a continuación seleccionar la versión 10 de estudiante. Para ello, será necesario proporcionar algunos datos (e-mail, institución de estudio, etc.). Además del software, está disponible un manual del software.