

Simulación y análisis del rendimiento de un servidor

Práctica 6

1. Objetivo



En esta práctica el alumno debe combinar los conocimientos y los datos obtenidos empleando las dos técnicas de análisis vistas (medición y modelado analítico), para, utilizando la técnica de evaluación por simulación, enriquecer la representatividad del modelo del sistema con objeto de conseguir un mayor ajuste de las predicciones a los resultados observados. Empleando la técnica de simulación, se estudiará la respuesta del sistema ante condiciones de trabajo distintas a las medidas y de esta forma se obtendrá una idea aproximada de cómo respondería el sistema ante una carga distinta.

Se van a considerar además los problemas de eliminación del transitorio y determinación de la duración adecuada de la simulación.

En futuras prácticas sobre configuración, el alumno utilizará los modelos y la información obtenida a partir de ellos para configurar el servidor, por lo que se recomienda guardar cuidadosamente en disco toda la información manejada durante esta práctica.

2. Validación del modelo de simulación

Se comenzará evaluando **por simulación** el modelo **a nivel de componentes** realizado en la práctica previa de modelado analítico, con el fin de comparar los resultados y validar el modelo de simulación.

- Abre con JSIM el archivo del modelo a nivel de componentes que has realizado en la práctica anterior. Asegúrate de que todos los parámetros son los que determinaste que permitían un mejor ajuste.
- A diferencia de la resolución analítica donde JMT generaba resultados de productividad, utilización y tiempo de respuesta para cada estación del modelo, en simulación solo se registrarán las métricas que se establezcan con *Define->Performance Indices* (o bien pulsando el botón  de la barra de herramientas).
- En JSIM, escoge la opción *Define->Performance Indices* (o bien pulsando el botón  de la barra de herramientas). En la ventana que aparece en el desplegable *Select an index*, se elegirán los índices adecuados para obtener las métricas que buscamos.



Para la productividad elige la productividad para el sistema (para acceder a esta métrica tienes que hacer scroll en la ventana de métricas).

Para el tiempo de respuesta: debido a la forma de trabajar de la herramienta que incorpora el tiempo de reflexión en el tiempo de respuesta del sistema, existen dos posibilidades. La primera opción consiste en tomar el índice de tiempo de respuesta del sistema y el tiempo de respuesta

para la cola de Usuarios (o como hayas llamado al servidor infinito que representa los usuarios); usando esta primera forma la métrica de tiempo de respuesta se obtendrá como la resta de los dos índices anteriores. La segunda opción, y la preferible (ya que servirá para cualquier tipo de sistema), consistirá en activar los índices de tiempo de residencia para cada estación del modelo (excluido el centro de retardo); la métrica de tiempo de respuesta se obtendrá como la suma de los índices anteriores.

Para la utilización, se activarán los índices de utilización para cada una de las estaciones del sistema (de nuevo se excluye el centro de retardo o servidor infinito).

Fíjate en que, para cada métrica, puedes escoger la confianza que quieres para los intervalos de confianza y el máximo error relativo, que afectan el ancho del intervalo. Deja los valores por defecto, que deberían ser 0.99 para la confianza y 0.03 para el error.



- Una vez elegidos los índices se hará un barrido para simular el modelo en el rango de valores que hemos medido. En JSIM, en la barra de menús, escoge la opción *Define->What-If analysis* (o bien pulsando el botón  de la barra de herramientas). En la nueva ventana que aparece, debes activar el analysis *What-if* pulsando en el cuadro de control que aparece arriba a la derecha. Una vez activado, haz que el número de usuarios varíe entre los dos extremos que hayas medido. Escoge un número de pasos no muy alto (entre diez y veinte puede estar bien) para que el tiempo de simulación no sea excesivo.
- Simula el modelo con JSIM, para ello pulsa el botón  de la barra de herramientas o elige en el menú *Solve ->Simulate*. La herramienta cuando concluya la simulación te presentará una ventana de resultados gráficos de todas las métricas y, además, te generará en la carpeta donde esté el archivo .jar de JMT un archivo TSV con nombre *JSIMresults.tsv*. Este archivo puedes importarlo en Excel. **El Excel con los datos de los tres modelos habrá que entregarlo.**



[ENTREGAR] Compara los resultados obtenidos para las métricas de: tiempo de respuesta, productividad y utilización, mediante simulación con los resultados obtenidos por medición y resolución analítica.

Para ello debes crear sendas gráficas que muestren la evolución de cada métrica (tiempo de respuesta, productividad y utilizaciones), de forma conjunta para los tres casos (medición, resolución analítica y simulación). Si encontrases grandes diferencias al realizar el análisis por simulación, eso indicaría un error que debes subsanar antes de seguir adelante.

3. Estudio del transitorio y la parada

JSIM gestiona automáticamente el transitorio y la parada. Para el transitorio, utiliza un heurístico que le permite evaluar en cada muestra si se ha alcanzado un valor estable. Las muestras del transitorio son descartadas para el cálculo de las métricas.

Para la parada, se utiliza el análisis espectral, de forma que los valores obtenidos en la simulación se dividen en bloques independientes sobre los que se pueden calcular intervalos de confianza. JSIM detiene la simulación cuando el ancho de los intervalos es menor que el máximo error deseado por el usuario para todas las métricas. También se pueden definir mediante la opción *Define->Simulation parameters* (o pulsando el icono ) unos límites para el número de muestras y el tiempo de simulación; si estos valores son superados, JSIM detendrá la simulación incluso sin haber alcanzado en las métricas los tamaños de los intervalos de confianza deseados. También en *Define->Default parameters*, (icono ) y haciendo *scroll* hacia la derecha en la ventana se puede acceder a más parámetros de simulación.

Como se ha visto, al seleccionar qué métricas calcular se puede escoger la confianza y el error máximo deseados para el cálculo de intervalos. Si los resultados para la métrica analizada entran dentro de los márgenes del intervalo, la herramienta la mostrará con el símbolo: . En caso contrario, lo indicará con el símbolo: . Vamos a hacer una prueba para ver cómo afectan a la simulación:

- Guarda el modelo con un nuevo nombre y desactiva el análisis *what-if*.
- Fija el número de usuarios en el valor máximo que hayas medido y realiza una simulación. Fíjate que por defecto JSIM utiliza una confianza de 0.99 y un error de 0.03. Como puedes observar en la ventana *Simulation Results*, en todas las gráficas se dibuja una línea azul que representa la media de los valores y dos líneas rojas que representan los límites del intervalo de confianza. En los datos mostrados a la izquierda, JSIM informa de cuántas muestras se utilizaron finalmente para obtener el valor medio y el intervalo final. **[ENTREGAR]** Anota el máximo del número de muestras utilizadas, de entre las métricas registradas.
- Realiza una nueva simulación, pero ahora **cambia el error al 0.15**. **[ENTREGAR]** Anota el máximo del número de muestras utilizadas, de entre las métricas registradas.
- Realiza otra simulación, pero ahora, en el error para las métricas establece **un error de 0.01**. **[ENTREGAR]** Vuelve a simular y compara el máximo del número de muestras utilizadas. Ese valor puede darte una idea sobre el incremento en la duración de la simulación.

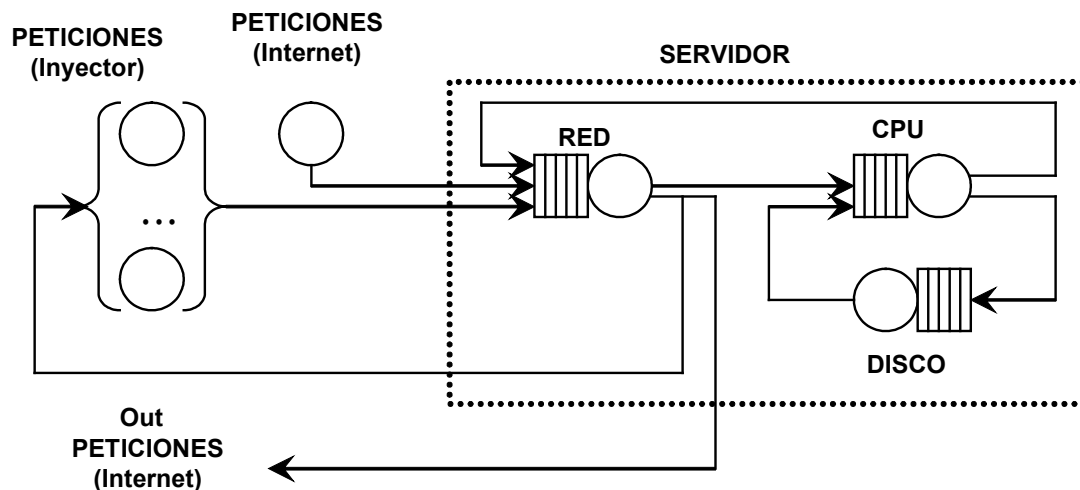
Puedes resumir los resultados obtenidos mediante una tabla como la siguiente:

Nivel de error	Nº Max de muestras	Para la métrica	De la estación/cola
0,15

4. Estudio de peticiones a través de Internet

Se va a proceder ahora a realizar el análisis del comportamiento del sistema bajo unas condiciones de carga diferentes a las medidas. Aquí se utilizará la potencia de la simulación para analizar casos que no hemos medido, ni están implementados.

El cambio de configuración va a consistir en que supondremos que nuestro sistema, aparte de recibir peticiones del inyector, recibe también peticiones enviadas desde otros computadores a través de Internet. Las peticiones son análogas a las enviadas por el inyector, con lo que recibirán el mismo procesamiento en el servidor, aunque no tendría porque ser así. El modelo conceptual de colas a representar será:



El modelo anterior es un sistema de colas mixto, abierto para un tipo de peticiones y cerrado para otras. Este tipo de sistemas, a priori, no es resoluble analíticamente, con lo que la única técnica disponible sería la simulación.

Debes modificar el modelo de simulación para que represente este sistema. Además de incluir una fuente para generar las peticiones de Internet y un sumidero para destruirlas, debes crear una nueva clase para estas peticiones de Internet. Denomina *Interna* a la clase para las peticiones que provienen del inyector y *Externa* la clase para las que provienen de Internet, que serán de tipo abierto y tendrán la estación *Internet* como estación de referencia. Supón que las peticiones de Internet llegan con una cadencia de **25 peticiones/segundo** distribuidas exponencialmente. Debes **modificar las políticas de servicio y enrutado en cada estación** para que las peticiones de Internet reciban el mismo servicio y tengan las mismas razones de visita que las peticiones internas.

Utilizando el modelo anterior y activando los índices de prestaciones necesarios, debes realizar los dos análisis que se indican seguidamente. Ten en cuenta que con la activación de los índices de prestaciones adecuados, es posible obtener los resultados para ambos análisis en una única simulación.

- **Impacto del nuevo servicio:** comparación de este sistema con peticiones externas frente al sistema simulado originalmente (el realizado en el apartado 2 de esta misma práctica) que sólo tenía peticiones internas. **[ENTREGAR]** Compara de forma gráfica los valores obtenidos por simulación al aumentar el número de usuarios para el modelo del sistema original (sin Internet) y el sistema mixto con Internet. Haz una gráfica para cada métrica (tiempo de respuesta, productividad y utilización).

Debes tener en cuenta que el *System Response Time* que calcula JMT incluye el tiempo en la cola usuarios, pero ahora no puedes restarlo como hiciste en el caso anterior porque ese tiempo se da sólo para los clientes internos y no para los externos, y el *Response time* que indica JMT mezcla ambos. Por lo tanto, para calcular la métrica de tiempo de respuesta del sistema debes emplear la ley general del tiempo de respuesta y calcularlo como la suma del *Residence Time* de las colas Red, CPU y Disco. Para ello, debes pedirle a JMT que te calcule esas métricas.

- **Reparto de la carga:** En el modelo mixto desarrollado en este apartado, compara cómo influye cada clase de peticiones en el comportamiento del sistema. **[ENTREGAR]** Para cada métrica (tiempo de respuesta, productividad y utilización), debes realizar un gráfico en el que aparezcan tres líneas: resultados de la métrica para la clase *Interna*, resultados para la clase *Externa* y resultados para el agregado de las peticiones, es decir, sin hacer distinciones por clases.

Por ejemplo, en el caso de la productividad la gráfica tendría tres líneas: la productividad de las peticiones de tipo *Externo*, las peticiones de tipo *Interno* y la productividad total o conjunta, es

decir, considerando todas las peticiones sin importar el tipo. Para ello deberás pedirle a JMT que te calcule las métricas no sólo de manera agregada para todas las clases sino también por cada una de las clases.

5. Presentación de resultados

Se redactará una memoria en la que deben incluirse las tareas indicadas en los epígrafes [ENTREGAR], que son:

- Un análisis de la validez del modelo de simulación desarrollado en esta práctica, en comparación con los valores medidos del servidor (práctica 3) y los obtenidos por resolución analítica (práctica 5). Para ello debes entregar las gráficas indicadas en el punto 2, en el que se comparan para cada métrica los resultados obtenidos por: medición, modelado analítico y simulación. Realiza un análisis y valoración de los resultados conseguidos.
- Compara los efectos de establecer diferentes valores para el error (0.15, 0.03 y 0.01) sobre las métricas del sistema. Puedes realizar una comparación construyendo una tabla en la que para cada métrica se indique el número de muestras en función del error. ¿Cómo afecta el nivel de error deseado al número de muestras necesarias y por ende a la duración de la simulación?
- Un análisis de la extensión del modelo al introducir las peticiones originadas en Internet. Para ello debes proporcionar:
 1. Una representación gráfica del modelo realizado (captura de pantalla de JSIM), junto con una descripción cualitativa y cuantitativa de los cambios realizados al introducir Internet.
 2. Gráficas comparativas para cada métrica, entre el sistema original, correspondiente al apartado 2 de esta práctica, y el sistema mixto final (valor global de las métricas), tal como se indica en la descripción del **impacto del nuevo servicio** en el punto anterior.
 3. Gráficas, solo para el modelo mixto (con internet), en las que se desglose, para cada métrica, la influencia de las peticiones procedentes de cada origen (terminales o internet) y el valor global de las métricas, tal como se describe en el **reparto de carga**, del punto anterior. Responde:
 - ¿Qué relación existe para cada métrica entre los valores obtenidos para cada clase de petición y el valor global que no distingue entre clases?
 - La relación observada en el punto anterior ¿es la misma para todas las métricas?

Además de la memoria de la práctica, se subirá al campus virtual un archivo comprimido que incluirá los modelos jsim realizados para cada caso, así como los archivos Excel utilizados para construir las gráficas en cada caso.