

Un enfoque para la Enseñanza de la Evaluación de Configuraciones Informáticas

José Luis Sánchez Romero, Daniel Ruiz Fernández, Vicente J. Aracil Miralles

Departamento de Tecnología Informática y Computación

Universidad de Alicante

03690 San Vicente del Raspeig

e-mail: {sanchez, druiz, varacil}@dtic.ua.es

Resumen

En este artículo, presentamos los objetivos, el contenido y el enfoque con que impartimos la asignatura Evaluación de Configuraciones Informáticas en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Alicante. Del mismo modo, exponemos el planteamiento de los ejercicios prácticos, los resultados académicos obtenidos y la opinión del alumnado con respecto a diversos apartados de la docencia de la asignatura.

1. Introducción

Dentro de los estudios de Informática de la Universidad de Alicante correspondientes al Plan de Estudios de 1993, la optatividad representa un porcentaje importante en el total de créditos que han de cursar los alumnos para la obtención del correspondiente título. La asignatura Evaluación de Configuraciones Informáticas se engloba dentro de estas materias optativas. Esta asignatura, que se imparte en un plazo temporal cuatrimestral, consta de 3 créditos de teoría y 3 de práctica, y se oferta a las titulaciones de Ingeniería en Informática, Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas e Ingeniería Técnica en Informática de Gestión [1].

En distintas universidades españolas, se imparten asignaturas con un perfil similar al que aquí comentaremos. Así, en la Universitat de les Illes Balears existe la asignatura Avaluació i Explotació de Sistemes Informàtics; en este caso, se trata de una asignatura obligatoria para 3^{er} curso de la Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas y consta de 4,5 créditos de teoría y 4,5 de práctica [2].

La motivación fundamental para la impartición de la asignatura Evaluación de Configuraciones Informáticas consiste en la necesidad de que el ingeniero informático o ingeniero técnico sea capaz no sólo de diseñar un sistema informático a propósito, a partir de unos requerimientos específicos de proceso de la información y proponer aspectos de implementación concretos, sino también de evaluar el sistema en base a criterios objetivos y cuantificables. Esta medición de ciertos parámetros significativos sobre el rendimiento del sistema servirá para que el diseñador sea capaz de comprobar cuál es el grado de eficacia del sistema, pudiendo incluso detectar componentes que puedan degradar las prestaciones del mismo y sean, por lo tanto, susceptibles de ser ajustados o reemplazados. Los índices de prestaciones también serán útiles para comprobar si la carga que ha de soportar el sistema se adecua a las características físicas del mismo.

2. Objetivos de la asignatura

Considerando la motivación fundamental que se halla implícita en la asignatura, detallaremos a continuación los objetivos que perseguimos con la impartición de la misma:

- Que el alumno sea consciente de la necesidad de evaluar el funcionamiento de un sistema, puesto que la fase de mantenimiento representa una parte importante del ciclo de vida del mismo, incluso antes de la puesta en marcha del sistema.
- Que el alumno conozca los índices de rendimiento más característicos y significativos que pueden ser obtenidos de la práctica totalidad de los sistemas

- informáticos: la productividad, el tiempo de respuesta, el tiempo de presencia, el factor de multiprogramación, el solapamiento, etc.
- Que el alumno conozca las distintas fases en las que se suele dividir un estudio de evaluación de un sistema informático.
 - Que el alumno conozca los distintos métodos de medida existentes y las ventajas e inconvenientes derivadas de la utilización de cada uno de ellos.
 - Que el alumno conozca las distintas estrategias para la representación de los datos obtenidos en la sesión de medida.
 - Que el alumno conozca la posibilidad de modelar sistemas informáticos utilizando redes de colas de estaciones de servicio.
 - Que el alumno sea capaz de estudiar un sistema utilizando las técnicas del análisis operacional.
 - Que el alumno adquiera la capacidad de detectar cuellos de botella en un sistema informático, de realizar un estudio asintótico del mismo y de extraer las conclusiones oportunas a fin de que, como resultado, pueda tomar las decisiones necesarias para aportar soluciones que permitan eliminar o reducir el impacto de estos puntos críticos.

Hay que tener en cuenta que, aunque a primera vista el número de objetivos pueda parecer excesivo, realmente muchos de ellos son de gran simplicidad y el cumplimiento de éstos no supone ningún esfuerzo por parte del alumno.

3. Contenido teórico de la asignatura

El contenido teórico de la asignatura se desarrolla en cuatro bloques temáticos, los cuales describimos a continuación [3]:

1. Primer bloque: Introducción. Índices de prestaciones.
Se trata de un bloque introductorio en el que explicamos la necesidad de los estudios de evaluación, así como los tipos de sistemas computacionales más usuales y los índices de rendimiento que pueden aplicarse a cada uno de ellos. También comentamos las técnicas de evaluación de utilización más frecuente, distinguiendo principalmente entre técnicas empíricas y de modelado. Los apartados que componen este bloque son los siguientes:

- 1.1. Necesidad de evaluación de un sistema informático según el tipo de usuario.
- 1.2. Sistemas computacionales de referencia.
- 1.3. Tipos de magnitudes a medir.
- 1.4. Índices internos.
- 1.5. Índices externos.
- 1.6. Fases de un estudio de evaluación.
- 1.7. Principales técnicas de medida.
2. Segundo bloque: Herramientas y técnicas de medida.
Este bloque temático trata acerca de las distintas técnicas de toma de datos, distinguiendo entre la detección de eventos y el muestreo; así mismo, se describen las herramientas de captura de datos denominados monitores, y los distintos tipos de representación de los datos obtenidos. Los apartados que componen el bloque son éstos:
 - 2.1. Concepto de medida.
 - 2.2. Detección de eventos.
 - 2.3. Muestreo.
 - 2.4. Características de las herramientas de medida.
 - 2.5. Monitores software.
 - 2.6. Monitores hardware e híbridos.
 - 2.7. Sistemas de medición del tiempo.
 - 2.8. Representación de los datos.
 - 2.9. Gráficos de Gantt.
 - 2.10. Diagramas de Kiviat.
3. Tercer bloque: Introducción a Redes de colas.
Nos hallamos ante un bloque que posee un alto grado de desarrollo matemático y estadístico de modo que, a primera vista, podría parecer que se trata de un tema que permanece alejado de aspectos prácticos. Sin embargo, conforme avanzamos en el desarrollo del tema, los alumnos perciben que los procesos estocásticos estudiados se adaptan a una gran mayoría de sistemas computacionales. Los apartados que componen este bloque son los siguientes:
 - 3.1. Componentes de un modelo de colas.
 - 3.2. Procesos exponenciales.
 - 3.3. Ley de Poisson.
 - 3.4. Proceso de llegadas.
 - 3.5. Proceso de servicio.
 - 3.6. Ley de Little.
 - 3.7. Esquemas de colas. Nomenclatura.
 - 3.8. Colas M/M/m/K/M
 - 3.9. Colas M/G/1
 - 3.10. Redes de colas genéricas

3.11 Redes de colas de sistemas computadores
4. Cuarto bloque: Introducción al análisis operacional.

Este bloque posee un carácter eminentemente práctico, pues en él detallamos el modo de evaluar un sistema utilizando como base una serie de magnitudes y leyes, a las que llamamos operacionales. Los apartados que componen este bloque son los siguientes:

- 4.1. Magnitudes operacionales básicas.
- 4.2. Magnitudes operacionales derivadas
- 4.3. Medidas operacionales en redes de colas
- 4.4. Leyes fundamentales.
- 4.5. Cuellos de botella.
- 4.6. Estudio asintótico de redes abiertas.
- 4.7. Estudio asintótico de redes cerradas.

Hemos de reseñar que sería deseable la adición de un bloque temático complementario, en el que se estudiase de forma detallada la relación entre la carga que ha de soportar un sistema computacional y el rendimiento del mismo, ya que se trata de un factor fundamental. Sin embargo, dado el plazo temporal de impartición de la asignatura, que está limitado a cuatro meses, esta idea resulta inviable. Sin embargo, en diversos apartados de los bloques temáticos anteriores se hace especial énfasis en la importancia de los programas que ha de procesar un sistema a la hora de realizar el estudio de evaluación.

4. Contenido práctico de la asignatura

El componente práctico de la asignatura desempeña un papel importante, derivado del hecho de que los créditos de prácticas representan el 50% de los créditos totales de la asignatura.

A lo largo del cuatrimestre, proponemos varias prácticas, generalmente 4 ó 5, con las que pretendemos que el alumno sea capaz de modelar diversas configuraciones computacionales, observar el funcionamiento de estos modelos, obtener a partir de ellos índices de rendimiento, comentar los resultados obtenidos y proponer modificaciones del sistema original que puedan mejorar sus prestaciones.

Para la realización de estos modelos, utilizamos una librería para simulación de eventos discretos, llamada SMPL, que funciona bajo lenguaje C. Por ello, las primeras sesiones de prácticas de la asignatura se dedican a impartir un

seminario sobre la librería SMPL y la realización por parte del alumno de ejemplos sencillos, con el fin de ir adquiriendo la habilidad necesaria en el manejo de la herramienta. La librería permite la creación y gestión de recursos, la generación de eventos en instantes concretos y el desplazamiento de *tokens* por la red de recursos creada. Igualmente, existen funciones para la obtención de información acerca del tiempo de simulación, el tiempo de permanencia en cola, la utilización de los servidores y otros índices de rendimiento [4].

En general, la primera práctica está destinada a la simulación del procesamiento de varios procesos por un sistema sencillo formado por dos o tres recursos, partiendo de los cronogramas que representan, para cada proceso, los tiempos de utilización de cada uno de los recursos.

Las siguientes prácticas presentan una dificultad creciente. En éstas, presentamos distintas configuraciones computacionales con un número elevado de recursos, cada uno de ellos con unas características muy precisas que pueden ser expresadas fundamentalmente por variables estocásticas. Conforme avanzamos en las prácticas, introducimos conceptos más complejos que el alumno ha de implementar en el sistema modelado: interactividad, nivel de multiprogramación limitado, memoria virtual, etc.

Hay que destacar que prestamos especial atención a las conclusiones que los alumnos obtengan tras el estudio de la ejecución del sistema modelado y a la detección de posibles puntos críticos.

Aparte de estas prácticas, consistentes en modelizaciones de configuraciones informáticas, el alumno ha de realizar ejercicios escritos individuales, en un plazo razonable de tiempo, con los que pretendemos que ponga en práctica los conocimientos teóricos impartidos. Generalmente, los ejercicios versan sobre aspectos de los bloques temáticos 1, 2 y 4, debido al alto grado de practicidad de los contenidos presentes en ellos que contrasta con una componente más teórica implícita en el bloque temático 3.

4. Sistema de evaluación

Debido por un lado al carácter optativo de la asignatura y, por otro, al alto grado de practicidad de la misma, el alumno tiene la posibilidad de

aprobar la asignatura mediante la realización de las prácticas y los ejercicios que se han comentado en el punto anterior. Por supuesto, existe un examen de la asignatura en el período dedicado a tal fin, pero hay que señalar que, generalmente, ningún alumno se presenta para la realización de este examen tras la finalización del período lectivo, cosa que sí ocurre en las convocatorias de septiembre y de diciembre aunque para un número muy reducido de alumnos.

Por otro lado, los alumnos que no estén satisfechos con las calificaciones obtenidas tras la evaluación de sus prácticas y ejercicios, tienen la posibilidad de presentar trabajos optativos en relación a la materia impartida. Los profesores proponemos algunos de estos trabajos, aunque también ofrecemos la posibilidad de que el alumno pueda plantear otro tema de estudio, siempre que la relación con el contenido de la asignatura sea clara. Entre estos trabajos, podemos citar algunos representativos como *Medidas de rendimiento para sistemas superescalares y para sistemas multiprocesador*, *Medidas de rendimiento para sistemas en red*, *Herramientas de simulación de sistemas computacionales*, *Diseño de un entorno gráfico para visualización de diagramas de rendimiento de sistemas computacionales*, etc.

5. Bibliografía de la asignatura

Podemos dividir la bibliografía de la asignatura en dos apartados: bibliografía para la base teórica y bibliografía para la realización de las prácticas. Dentro del primer apartado, empleamos los siguientes textos:

- “Measurement and Tuning of Computer Systems”. D. Ferrari. Ed. Prentice-Hall, 1983.
- “Quantitative Systems Performance”. E. Lazowska et al. Ed. Prentice-Hall, 1984.
- “Computer networks and systems: queuing theory and performance evaluation”. T.G. Robertazzi. Ed. Springer-Verlag, 1990.
- “The art of computer systems performance analysis”. R. Jain. Ed. John Wiley and sons, 1991.

En cuanto al segundo apartado, los textos utilizados son los siguientes:

- “Simulación discreta de Arquitecturas Segmentadas y Matriciales”. F. Ibarra. Ed. Compás, 1993.
- “Simulating Computer Systems”. M. H. Mac Dougall. Ed. MIT Press, 1987.

6. Resultados obtenidos

A continuación, comentamos brevemente los resultados obtenidos en lo que respecta a las calificaciones de los alumnos, así como el interés mostrado por distintos aspectos de la asignatura. Incluimos los datos de cursos anteriores puesto que, al cierre de este artículo, las calificaciones definitivas de la asignatura para el curso 2000-2001 todavía no estaban disponibles.

Las calificaciones de los alumnos han sido buenas, obteniéndose un porcentaje de aprobados del 85% entre los alumnos presentados (87%). De estos aprobados, un 11,7% obtuvieron una calificación superior a 7.

Es de destacar el hecho de que las notas obtenidas por las prácticas de simulación han sido muy superiores a las obtenidas por los ejercicios de cada bloque temático. Así, la nota media de las prácticas es 5,6 mientras que la de los ejercicios es sólo 2,1. Esto puede ser debido a que, en la realización de las prácticas, el alumno está dirigido por los profesores de forma continuada, mientras que los ejercicios han de realizarse de forma independiente y, en general, los alumnos se muestran reacios a consultar sus dudas en las sesiones de tutoría. Hay que señalar que la asistencia a las sesiones de prácticas es obligatoria mientras que la asistencia a las clases teóricas no se controla en exceso y, de hecho, sólo un 72% de los alumnos declara asistir regularmente a estas clases en las que, principalmente, se puede obtener la base teórica que ayuda a resolver los ejercicios.

Los trabajos optativos no tienen una gran acogida entre los alumnos que, en general, parecen conformarse con la calificación de aprobado. El porcentaje de alumnos que presenta algún trabajo optativo no suele superar el 8%.

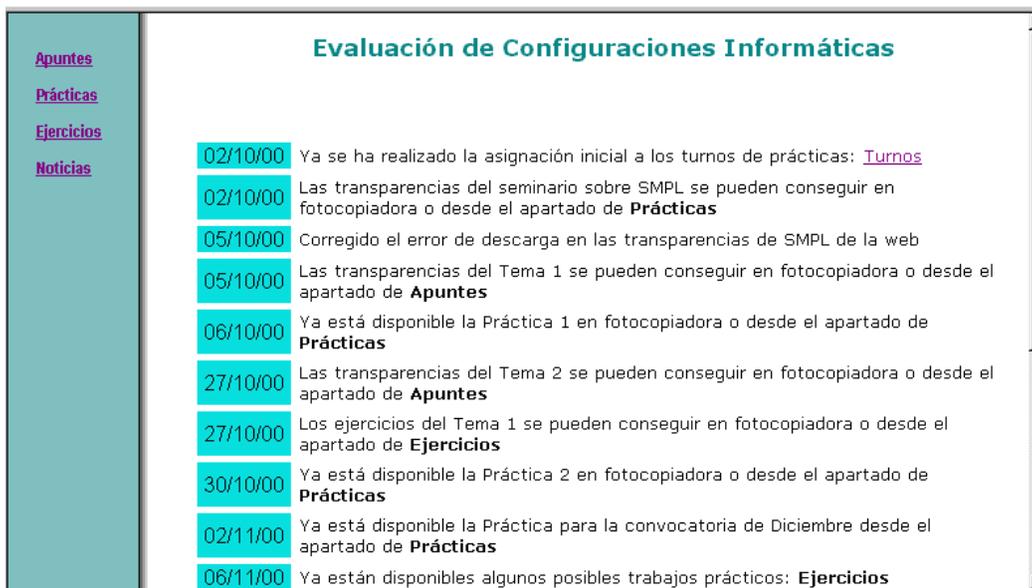


Figura 1. Página web incluida en el sitio web de la asignatura.

En cuanto a la opinión de los alumnos, pese a no disponer por lo general de datos cuantitativos, destaca el hecho de que todos ellos valoran muy positivamente la no obligatoriedad de someterse a un examen para aprobar la asignatura. Los contenidos de los distintos bloques temáticos les resultan interesantes debido a su carácter práctico; sin embargo, el hecho de que el bloque tercero posea una componente algo más teórica hace que sea valorado de forma más crítica.

7. Información para el alumno

El alumno que cursa la asignatura dispone de una fuente de información fundamental radicada en la página Web que corresponde a la asignatura (www.dtic.ua.es/dtic.local/asignaturas/ECI) en la que puede obtener información acerca de las transparencias de la asignatura, las prácticas, los ejercicios, las calificaciones, etc. El aspecto de las páginas del sitio Web de la asignatura es el que aparece en la Figura 1.

Lógicamente, el correo electrónico se ha convertido en un medio fundamental de comunicación entre los profesores y los alumnos.

Los alumnos disponen igualmente de unas transparencias con las que seguir las explicaciones de la sesiones teóricas. Sin embargo, les avisamos de que tales transparencias no contienen la totalidad de la materia, sino que únicamente representan un guión con el que posteriormente desarrollamos el contenido de la asignatura. Mostramos un ejemplo de transparencia de la asignatura en la Figura 2.

8. Conclusiones

Hemos expuesto el enfoque con que impartimos la asignatura Evaluación de Configuraciones Informáticas en la Universidad de Alicante. Hemos comentado los objetivos, los contenidos teóricos y prácticos de la asignatura, así como los resultados académicos logrados y ciertos aspectos sobre los que los alumnos han opinado. La valoración general de la asignatura es positiva.

En cuanto a modificaciones futuras de la planificación de la asignatura, hay que indicar que es necesario un cambio en los contenidos teóricos impartidos, de forma que podemos incluir, por ejemplo, apartados sobre herramientas y técnicas de evaluación de ordenadores personales.

1.3.2.3. PRODUCTIVIDAD

• Ejemplo:

Programa	TP	T _{CPU}	T _{E/S}	Mem.
A	30	20	10	80
B	55	35	20	60
C	5	2.5	2.5	40

Tamaño Memoria = 120 KB
 $X = 3/87.5 = 0.034$

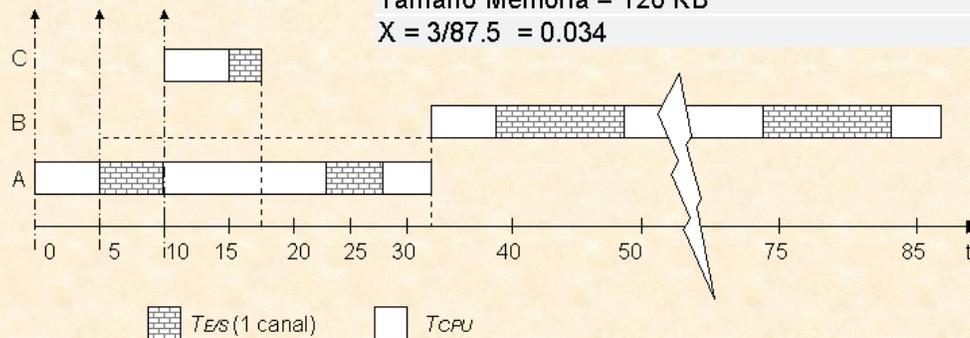


Figura 2. Ejemplo de transparencia de la asignatura.

Asimismo, queremos dar un nuevo enfoque a las prácticas, ya que la implementación de modelos utilizando librerías basadas en código resulta en ocasiones bastante tediosa y rutinaria. Así, estamos investigando la posibilidad de utilizar simuladores visuales de eventos discretos, tales como el Witness® de Addlink, con el que se puede acortar el tiempo de desarrollo y se puede poner mayor énfasis en la obtención de conclusiones a partir de la modelización del sistema realizada y en la posible optimización del mismo. Además, ello permitiría disminuir el tiempo de desarrollo de las prácticas y, por tanto, se abriría la posibilidad de realizar un mayor número de las mismas, que en este caso podrían ser relativas a aspectos de configuración de sistemas informáticos tales como comunicaciones, análisis de políticas de servicio, etc.

Referencias

- [1] BOE nº 37 de 12 de febrero de 1993, págs. 4467-4478. *Plan de Estudios conducente al título de Ingeniero en Informática de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Alicante*. Resolución de 18 de septiembre de 1992 de la Universidad de Alicante.
- [2] Página web de la asignatura Avaluació i Explotació de Sistemes Informàtics en la Universitat de les Illes Balears. Dirección: http://www.uib.es/secc4/plans00_01/info-sistemes/info_sistemes1998.htm
- [3] D. Ferrari. *Measurement and Tuning of Computer Systems*. D. Ferrari. Ed. Prentice-Hall, 1983.
- [4] F. Ibarra. *Simulación discreta de Arquitecturas Segmentadas y Matriciales*. Ed. Compás, 1993.