

Experiencias en la Asignatura Diseño y Evaluación de Configuraciones*

Antonio M. Mora¹, Pablo García-Sánchez², y Juan J. Merelo²

¹ Depto. de Lenguajes y Sistemas Informáticos

² Depto. de Arquitectura y Tecnología de Computadores
Universidad de Granada

{amorag, pgarcia, jmerelo}@geneura.ugr.es

Resumen En este trabajo se exponen las experiencias docentes que han tenido durante los últimos cinco años los profesores de la asignatura Diseño y Evaluación de Configuraciones, asignatura optativa de las Ingenierías Técnicas en Informática en la Universidad de Granada. Igualmente, también se comentan las herramientas utilizadas para gestionar dicha asignatura, intentando facilitar, tanto a los alumnos, como al profesor, todas las tareas propias de la misma. El principal objetivo de esta asignatura es dar una metodología para la evaluación de prestaciones (o rendimiento) de un ordenador. Se divide, a grosso modo, en tres partes: una parte dedicada a los monitores, o herramientas encargadas de medir la carga de un ordenador, otra parte dedicada a la mejora de prestaciones, y otra parte dedicada a la reproducción de la carga de un ordenador, los llamados benchmarks.

1. Introducción

La asignatura Diseño y Evaluación de Configuraciones tiene como objeto de estudio los *sistemas informáticos*, es decir, cualquier sistema que use medios informáticos, abarcando, todos los sistemas situados en diferentes niveles del modelo de capas OSI [1]: desde la más baja, la física, hasta la más alta, la de aplicación; junto con las diferentes capas de un sistema operativo. Desde el punto de vista de esta asignatura, un sistema puede ser tanto un chip, una tarjeta de red, o una red completa, como un programa que ofrezca servicios en esa red, o el programa junto con todo el sistema necesario para ejecutarse.

Durante el ciclo de vida de un sistema informático, resulta muchas veces necesario evaluar sus prestaciones o rendimiento, habitualmente con el objetivo de mejorarlas o bien de comparar diversos sistemas informáticos entre sí. Esa evaluación de prestaciones se debe hacer de forma objetiva, a fin de poder comparar distintos valores a lo largo del tiempo o bien el mismo valor para diversos sistemas informáticos. Tales mediciones pueden servir también para identificar los problemas que tiene un sistema informático, con el objetivo de solucionarlos.

Esta asignatura se ha convertido en los últimos años en una de las más exitosas en cuanto al número de alumnos matriculados dentro de las asignaturas

* Financiado por el proyecto EvOrq (TIC-3903) y la Beca FPU AP2009-2942.

optativas de las Ingenierías Técnicas Informáticas en la Universidad de Granada. Gran parte de su éxito se basa tanto en la novedosa forma de evaluación a los alumnos, no fundamentada en exámenes, sino en su trabajo en clase, como en la orientación que se ha dado a la misma, primando la parte práctica sobre la teórica. Otro factor relevante ha sido la forma de trabajo, centrada en el uso de herramientas web ampliamente conocidas y extendidas, a la par que llamativas para los alumnos (como Sistemas web de ayuda a la docencia, Wikis, Blogs o Foros).

En este trabajo comentaremos la citada forma de evaluación, así como el modo de funcionamiento e integración de las herramientas dentro de la asignatura.

2. Diseño y Evaluación de Configuraciones

Esta sección presenta los contenidos teóricos y prácticos de la asignatura.

2.1. Teoría

Tema 1: Sistemas informáticos y su evaluación. En este tema se analizan las diferentes magnitudes observables de un sistema informático y como se pueden medir, con una serie de ejemplos que indican como se hace en diversos sistemas operativos, como UNIX y Windows.

Inicialmente se realiza una introducción a los sistemas informáticos y las fases en la evaluación de estos sistemas. El siguiente apartado explica cómo elegir las *métricas* [2] de prestaciones y las distintas técnicas de evaluación. El último apartado de este tema explica cómo monitorizar la carga de un sistema y explica varias formas de hacerlo utilizando varios monitores, tanto para monitorizar el hardware (ver Figura 1), como el software (mediante un *profiler*) [3].

Tema 2: Representación gráfica de las prestaciones de los sistemas. Para presentar y analizar los resultados obtenidos de la ejecución de un monitor sobre un sistema, o una comparativa entre varios sistemas, normalmente se usa algún tipo de gráfico, como por ejemplo gráficos de barras de evolución temporal (las llamadas *strip chart*). Más habitualmente, para resumir el rendimiento de todo el sistema se suele usar un diagrama de Gantt [4,5], o bien un gráfico de Kiviatt [5].

En esta parte de la asignatura también se explican algunos de los errores comunes en la representación gráfica de resultados, así como unas reglas y consejos para realizar dichas representaciones gráficas.

Tema 3: Mejora de prestaciones. Este tema está principalmente dedicado a examinar qué elementos pueden fallar (o estar sujetos a error) en un equipo informático [6], principalmente Unix o Windows NT, qué herramientas se usan para el diagnóstico, y una vez diagnosticado, qué medidas hay que tomar para mejorar las prestaciones.

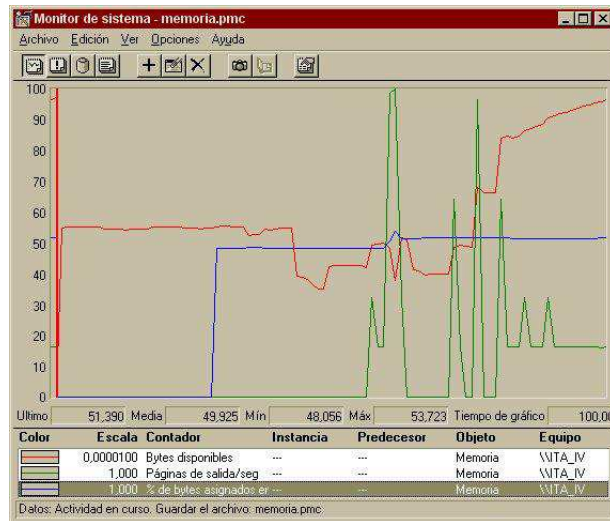


Figura 1. Monitor de Windows NT. Este monitor da información del sistema en tiempo real.

- Gestión de carga y prestaciones en el sistema operativo
- Políticas de gestión del sistema
- Mejora de prestaciones de la CPU
- Sintonización de la memoria
- Mejora de prestaciones en entrada/salida
- Optimización de un servidor web

Tema 4: Caracterización de la carga: benchmarks. En este tema se explica qué es lo que se tiene que tener en cuenta para medir la carga de un equipo, y qué es un *benchmark* [3], el cual es un programa o conjunto de programas que evalúan las prestaciones de un sistema informático, reproduciendo una carga de trabajo genérica o específica en dicho sistema informático. Al proceso de comparar dos o más sistemas mediante la obtención de medidas se le denomina *benchmarking*.

En general, para evaluar las prestaciones de un sistema informático es necesario conocer y caracterizar previamente cuál es la carga de trabajo, como se habrá visto en temas anteriores. Sin embargo, en muchos casos tal carga no se conoce de antemano, es difícil de caracterizar o es suficientemente amplia como para considerarla una carga genérica.

En esta sección se explican los pasos para diseñar o escoger un buen benchmark, siguiendo lo propuesto por [7], así como los tipos que existen y las métricas y errores más comunes. Finalmente se presentan algunos ejemplos de benchmarks, como son los propuestos por la SPEC¹ (Standard Performance Eva-

¹ <http://www.spec.org>

uation Corporation) o LINPACK, que son los utilizados para medir la lista de los computadores más potentes o Top 500².

2.2. Prácticas

Esta sección explica las distintas prácticas que los alumnos deben realizar para superar la asignatura. Por regla general, para realizar estas prácticas hay que seguir la metodología de la asignatura, es decir proponer un objetivo, hacer medidas, diagnosticar, proponer una solución, volver a tomar medidas, y comparar el sistema viejo con el sistema nuevo.

Práctica 1: Búsqueda de recursos relacionados con la asignatura. Esta primera práctica consiste en buscar sitios web o referencias bibliográficas (libros, revistas, artículos, noticias, etc) o cualquier otra fuente donde se pueda encontrar información útil relacionada con los temas tratados en la asignatura.

Práctica 2: Instalación y configuración de sistemas de medición de prestaciones. Utilizando los recursos de la práctica anterior, esta práctica consiste en descargar de Internet monitores (de prestaciones), y configurarlos e instalarlos para medir las prestaciones del ordenador personal del alumno o bien de los ordenadores de las aulas de prácticas.

Práctica 3: Uso de un profiler. Se hará uso de uno de estas herramientas para evaluar las prestaciones de un programa propio realizado en cualquier lenguaje, y ver en qué puntos se está empleando más tiempo, para que, a partir de ahí, se busquen modos de mejorarlo. Se tendrá que buscar cómo configurarlo, como hacerlo funcionar, y finalmente, usarlo. La Figura 2 muestra la ejecución de un profiler sobre un programa Java realizado por un alumno.

Práctica 4: Uso de programas de monitorización de un sistema. Esta práctica consiste en la definición de una carga computacional, y la utilización de herramientas de monitorización del sistema para visualizar cómo ejercita al sistema esas cargas. Estas herramientas presentan medidas del mismo en tiempo real, permitiendo medir y cuantificar su carga, medir su evolución y predecir su comportamiento. La herramienta de monitorización la elegirá el alumno en función de lo hecho en otras prácticas (especialmente la segunda) y de su adecuación para las magnitudes que desee medir.

Práctica 5: Mejora de las prestaciones de un sistema. Se trata de poner en práctica lo aprendido en el Tema 3 de la asignatura sobre mejora de prestaciones de sistemas informáticos y aplicarlo a un caso determinado. Por ejemplo, modificar un programa para que consuma menos recursos o cambiar la

² <http://www.netlib.org/benchmark/top500.html>

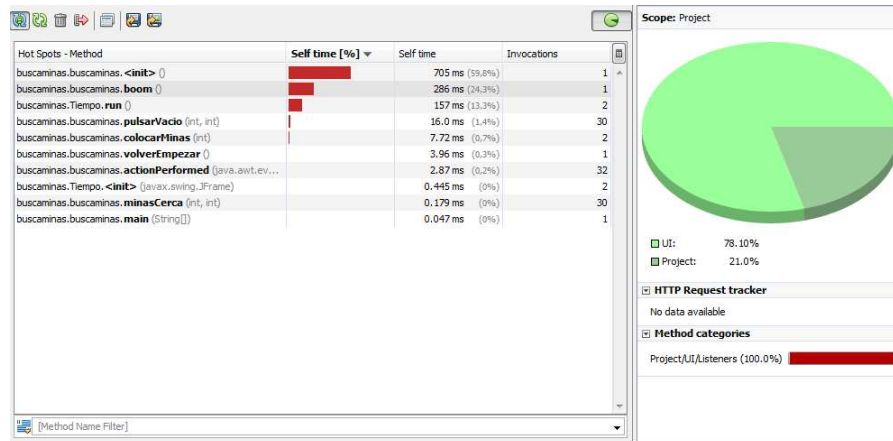


Figura 2. Captura de pantalla del profiler para Java incluido en el editor NetBeans.

configuración de un servidor web para que procese mejor la cola de peticiones. Una vez establecido el objetivo, se tomarán medidas de, al menos, un aspecto, antes de realizar ningún tipo de diagnóstico, con la carga de trabajo con la que se vaya a hacer la práctica. Éste será el sistema base. En función de esto, se decidirá qué medidas tomar para mejorar las prestaciones del sistema.

Práctica 6: Programación de un benchmark portable. En ella se hace énfasis en la programación independiente de la máquina, y se trata de, utilizando un lenguaje de alto nivel, comparar las prestaciones de diferentes máquinas o de la misma con diferentes sistemas operativos. En resumen, el alumno realizará un programa en un lenguaje de alto nivel que permita medir y comparar las prestaciones de dos sistemas. Comparar, por ejemplo, diferentes equipos con diferentes sistemas operativos, o el mismo equipo con dos sistemas operativos diferentes. Como en todas las prácticas, hay que establecer claramente cuál es el objetivo del benchmark, obtener resultados, analizarlos, presentarlos y obtener un índice que indique qué sistema es mejor para los objetivos planteados.

2.3. Evaluación

La evaluación de la asignatura se realiza como sigue:

- 1/6 de la nota será nota de clase (participación en actividades y ejercicios de autoevaluación)
- 2/6 de la nota corresponderá a la media ponderada (por sesiones) de la nota obtenida en prácticas
- 3/6 de la nota será la correspondiente a un trabajo final, entregado al término de las clases, que agrupará todo lo aprendido para evaluar y mejorar un sistema a elección del alumno, pero de cierta 'entidad'

Como se puede ver, no existe ningún tipo de examen a lo largo de la asignatura y únicamente se valora el trabajo de los alumnos (tanto en clase, como en casa). Este tipo de evaluación resulta bastante exitosa y, a tenor de lo demostrado por los alumnos, éstos retienen gran parte de los contenidos (conocimientos adquiridos).

3. Herramientas utilizadas en la asignatura

Esta asignatura ha sido pionera en varias facetas de compaginación de herramientas y utilidades web dentro de las clases, permitiendo, e incluso fomentando el uso del ordenador portátil en las aulas (llegando incluso a proveer de varios de estos portátiles a los alumnos).

El objetivo que se persigue es el de involucrarlos en mayor medida en las clases, haciendo que tomen apuntes y notas en un *Wiki de la asignatura* (página web dinámica en la que se generan contenidos entre los usuarios de la misma) (<http://dyec-ugr.wikispaces.com/>), que todos los demás (incluido el profesor) podrán consultar y completar posteriormente. De esta forma, el conocimiento generado (siguiendo la filosofía de los wikis) va siendo cada vez más completo y riguroso, uniendo además el punto de vista que los alumnos le quieran dar para facilitar su comprensión. Los alumnos encargados de estas labores reciben parte de la nota de participación en clase como premio.

El profesor además, hace uso de dicho Wiki para poner ejemplos y ejercicios, que los alumnos realizan, comentan y corrigen.

Por otra parte, otro aspecto fomentado es la creación de *Blogs de alumnos*, en los que se describan las inquietudes, intereses, enlaces y trabajos de los mismos en relación a la asignatura. Para ello, se insta a que éstos hagan la entrega de sus prácticas a modo de página web, consiguiendo igualmente un formato legible (y bonito) en todos los sistemas operativos. Esta medida suele tener un gran acogimiento entre los alumnos, manteniendo muchos de los cuales dicho blog en adelante.

La otra herramienta utilizada es *SWAD: Sistema Web de Apoyo a la Docencia* (<http://swad.ugr.es>) [8], una plataforma libre de teleformación desarrollada y utilizada en la Universidad de Granada en los últimos 11 cursos académicos. SWAD integra diversas funciones de apoyo al aprendizaje, a la docencia y a la gestión de los datos de los estudiantes. Entre ellas el acceso a información sobre las asignaturas (guía docente, horarios, bibliografía,...), la descarga de documentos (transparencias, relaciones de problemas), las listas y fichas de alumnos y profesores, los foros de discusión, la asignación de actividades, la autoevaluación mediante exámenes interactivos o la consulta individual de calificaciones.

En dicha plataforma se hace el seguimiento de los alumnos, la publicación de los temarios y guiones de prácticas, la entrega de ejercicios, trabajos y prácticas, y la publicación (con consulta individual) de la notas.

Respecto al software a utilizar en la asignatura, todo el propuesto y presentado en secciones anteriores es software libre (o tiene alternativa libre), de hecho

se fomenta también la búsqueda de nuevas utilidades de libre distribución, con lo que el coste para el alumno es nulo.

Todas estas herramientas y las peculiaridades o ventajas del sistema de evaluación, hacen de la asignatura una de las más populares entre las optativas, contando generalmente con un gran número de alumnos en cada curso académico.

4. Conclusiones

En este trabajo se ha descrito una de las asignaturas pioneras en la utilización y el fomento de uso de herramientas de software libre, así como utilidades web que ayudan a los alumnos a hacer más amenas e interesantes las clases. Se trata de Diseño y Evaluación de Configuraciones, asignatura optativa de las Ingenierías Técnicas Informáticas en la Universidad de Granada.

Entre dichas herramientas se incluyen SWAD, una plataforma web para facilitar las tareas de docencia, un Wiki de la asignatura, que los alumnos completan y gestionan entre todos (junto con el profesor) y diversos blogs de alumnos que versen sobre la asignatura y sus contenidos.

Los años de experiencia impartíendola nos han demostrado que el sistema funciona, y que los alumnos adquieren y afianzan conocimientos, aún sin tener que realizar ningún examen.

Toda la información, software y ejemplos de la asignatura se encuentra en la web <http://geneura.ugr.es/~jmere10/DyEC/>, a disposición de los alumnos y el resto de personas interesadas en la temática.

Referencias

1. Zimmermann, H.: Osi reference model. *IEEE Transactions on Communications* **28**(4) (1980) 425–432
2. Molero, X., Juiz, C., Rodeño, J.: *Evaluación y modelado del rendimiento de los sistemas informáticos*. Pearson Education (2004)
3. Loukides, M.: *System performance tuning*. O'Reilly & Associates, Inc. Sebastopol, CA, USA (1996)
4. Wikipedia: Diagrama de gantt (1910) http://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama_de_Gantt.
5. Jain, R.: *The art of computer systems performance analysis: techniques for experimental design, measurement, simulation, and modeling*. Volume 491. Wiley New York (1991)
6. Lilja, D.: *Measuring Computer Performance*. Cambridge University Press United Kingdom; (2000)
7. Puigjaner, R., Serrano, J., Rubio, A.: *Evaluación y explotación de sistemas informáticos*. Síntesis (1993)
8. Cañas, A., Ortigosa, E., Aragón, Y.: La plataforma swad como recurso docente para la innovación educativa. In: *Congreso internacional sobre el profesorado ante el reto de las nuevas tecnologías en la sociedad del conocimiento*. (2005)

