

APLICACIONES MULTIPLATAFORMA PARA EL APOYO A LA DOCENCIA UNIVERSITARIA DE LA INFORMÁTICA¹.

Benjamín Sahelices Fernández, Q. Isaac Moro Sancho, Juan José Rodríguez Díez

*Departamento de Informática. Universidad de Valladolid.
e-mail: {benja,isaac,juanjo}@infor.uva.es*

RESUMEN: en este artículo se presenta un proyecto basado en el desarrollo de un repertorio de aplicaciones informáticas multiplataforma enfocadas sobre aspectos puntuales de asignaturas correspondientes a Ingenierías Técnicas en Informática. Para facilitar su utilización se acompañan de explicaciones teóricas y ejemplos insertados en documentos de tipo hipertexto accesibles a través del protocolo HTTP. El objetivo es facilitar la comprensión de ciertos aspectos de diferentes asignaturas que tradicionalmente suponen una mayor dificultad para el alumno.

1.- INTRODUCCIÓN.

El principal objetivo de este proyecto es la creación de un conjunto de herramientas para mejorar el aprovechamiento del trabajo personal del alumno en aquellas asignaturas específicas de la enseñanza Universitaria de la Informática. La orientación seguida es la de complementar la información recibida en la sesión de aula. Para ello se le proporciona al alumno información básica que le debe servir como recordatorio de lo explicado en el aula y le permita utilizar las diferentes herramientas con el objeto de interactuar con ellas y visualizar sus principales características.

Una fórmula comúnmente aceptada para conseguir estos objetivos es la utilización de interfases gráficos que permitan la animación y la interacción del usuario (alumno), a los que se añaden los correspondientes contenidos teóricos adecuadamente estructurados, y en su caso, un mecanismo de autoevaluación a través de la generación de forma automática de nuevos ejemplos y casos que puedan ser resueltos de forma guiada por el usuario.

Un aspecto clave del proyecto es facilitar el acceso a sus contenidos a través de Internet, lo que permite la extensión de la tarea educativa a un ámbito que excede el de los límites del aula-biblioteca-laboratorio-edificio. Además, ahora se podría hablar de laboratorio virtual y de prácticas virtuales. Así, en una práctica virtual se podría realizar la manipulación de elementos que o bien por su elevado coste económico, o por su elevada complejidad requerirían unos

¹El trabajo expuesto en este artículo ha sido financiado por la Consejería de Educación y Cultura de la Junta de Castilla y León a través del proyecto de investigación VA36/99 conjuntamente con el Departamento de Informática de la Universidad de Valladolid. Localización actual del proyecto: <http://odra.dcs.fi.uva.es>

conocimientos previos no necesariamente poseídos por el estudiante (por ejemplo conocimientos en microelectrónica digital), o bien simplemente la imposibilidad de efectuar experiencias que involucren elementos conceptuales (como pueden ser fuentes de información, entropías, canales de transmisión, ...).

2.- METODOLOGÍA.

La gran mayoría de los componentes de este proyecto son módulos de simulación sobre temas puntuales y especialmente conflictivos o confusos para el alumno [6] [7]. Los módulos deben contener una completa ayuda así como los fundamentos teóricos indispensables para que el alumno revise los conceptos necesarios para su utilización. Estos módulos deben ser altamente interactivos para permitir al alumno el diseño de sus propios experimentos y la constatación de las consecuencias de sus decisiones. El apoyo visual es considerado fundamental; el objetivo es la visualización paso a paso de procedimientos de cierta complejidad, con explicación de cada uno de los pasos.

Para facilitar el acceso del alumno, este proyecto toma la forma de página web [5]. Las diferentes aplicaciones se han desarrollado en lenguaje de programación independiente de la plataforma (Java [2]), lo cual permite que, además de un acceso remoto, se pueda asegurar la ejecución bajo cualquier tipo de computador. La información del servidor web se organiza en áreas y dentro de cada área se ha desarrollado un número variable de subproyectos.

Las áreas incluidas son sistemas digitales, sistemas operativos y estructura de ordenadores, teoría de la información, tutoriales de programación, y estructuras de datos.

Dado el carácter genérico de cada una de las áreas, únicamente se desarrollan subproyectos puntuales para cada una. Cada subproyecto es enfocado sobre un aspecto concreto desarrollando tanto la teoría como ejemplos prácticos sobre el mismo. El número de posibles subproyectos es enorme lo cual conlleva la siempre incompletitud del trabajo desarrollado. Sin embargo también permite que este proyecto crezca y mejore de forma continua. De un modo general cada uno de los subproyectos desarrollados tiene los siguientes componentes:

- Apartados teóricos que permiten un repaso de los conceptos básicos. Estos apartados están organizados con criterios didácticos de forma que se realice un repaso general y ordenado de la teoría. En cada apartado puede aparecer una pequeña aplicación preconfigurada para mostrar gráficamente lo explicado.
- Herramienta completa de simulación que permita al alumno configurar sus propios ejemplos y experimentar con ellos. Esta herramienta permite al alumno modificar los modelos y comprobar las consecuencias de dichas modificaciones.
- Generación automática de problemas que el alumno debe resolver. Posteriormente la aplicación indica la corrección de las soluciones. No se pretende evaluar al alumno, únicamente que éste practique y se asegure de la correcta comprensión del tema.
- Bibliografía clásica y enlaces a temas relacionados. Naturalmente, dado que una de las premisas impuestas va a ser la accesibilidad vía red, sería muy deseable abrir la posibilidad de uso de otros recursos disponibles en Internet, como pueden ser artículos, documentos, u otras herramientas.

Hasta este momento se han completado los siguientes subproyectos. simplificación de funciones lógicas para el *área de sistemas digitales*. planificación de procesos, gestión de memoria virtual, gestión de memoria cache y unidad aritmético-lógica entera para el *área de sistemas operativos y estructura de ordenadores*. codificación de la información en el *área de teoría de la información*. tutoriales de Java y de OpenGL en el *área de tutoriales de programación*. montículos y tablas de dispersión para el *área de estructuras de datos*.

Dado que estas herramientas van a estar a la disposición del público en general, y especialmente a los alumnos de las asignaturas de Informática en un nivel universitario, resulta muy importante conocer la opinión del usuario. Para ello se están desarrollando encuestas que serán insertadas en la página web. En ellas el alumno expondrá sus opiniones y valoración general del proyecto así como la valoración particular de cada subproyecto. Es esta la mejor forma de conocer la utilidad real del trabajo realizado.

3.- SISTEMAS OPERATIVOS Y ESTRUCTURA DE ORDENADORES

A modo de ejemplo se va a explicar en este apartado el trabajo realizado en las *áreas de sistemas operativos y estructura de ordenadores*. Estas dos áreas se asocian con las asignaturas de sistemas operativos y ampliación de sistemas operativos así como las de estructura y tecnología de computadores I y II de las carreras de Ingeniería Técnica Informática de Sistemas y de Gestión [3] [4]. El objetivo de estas asignaturas es el de proporcionar la base de conocimiento acerca de lo que es un computador, del funcionamiento de sus principales componentes y del funcionamiento básico y servicios ofrecidos por el sistema operativo [1]. Es por ello que el conjunto de subproyectos que se han desarrollado pretenden ayudar a conseguir los objetivos de las asignaturas, no tratándose en ningún caso de prácticas de tipo profesional, es decir, aquellas que permiten al alumno adquirir habilidad en el manejo de herramientas o lenguajes de programación con el objeto de aplicar dichas habilidades en el desarrollo de otros temas. Hasta este momento se han completado cuatro subproyectos que se detallan a continuación.

a) Memorias caché.

El objetivo fundamental de este subproyecto es explicar el funcionamiento básico de las memorias caché en su interacción con la memoria principal y la CPU. Por lo tanto está orientado especialmente a la descripción de las diferentes funciones de mapa ya que es éste el punto inicial que sirve al alumno para comprender la forma de almacenamiento y la utilidad de este tipo de memorias. También se describen de forma completa diferentes políticas de reemplazo así como de extracción y actualización de la memoria principal.

El subproyecto está dividido en diferentes apartados teóricos. En cada uno se explica un tema de los mencionados previamente. Para completar la explicación de cada tema, se incluye un ejemplo gráfico. El ejemplo es un programa de simulación preconfigurado que permite examinar cada una de las etapas por las que atraviesa el acceso a la memoria cache. En cada etapa se proporciona una breve explicación de lo que el alumno está viendo, así como los resultados de dicha etapa. Por ejemplo, es posible ver los valores de las etiquetas asociadas a cada bloque o línea caché, los valores de los contadores LRU para el reemplazo, los bloques libres o usados, entre otras cosas. Finalmente existe un programa de simulación completamente configurable por el alumno, el cuál podrá elegir el tamaño de la memoria caché, el de la memoria principal, la política de lectura, la de escritura, la de reemplazo, la función de mapa, el tamaño de bloque y el modo de generación de las direcciones desde la CPU.

b) Unidad aritmético-lógica entera.

Este subproyecto tiene como objetivo el estudio a nivel de puerta lógica de las operaciones básicas con datos de tipo entero en una unidad aritmético-lógica (ALU) sencilla. Las operaciones estudiadas son las de un sólo operando y las sumas. En el primer grupo se analizan las operaciones de carga, puesta a cero, complemento, incremento, decremento, desplazamiento y rotación. En el segundo grupo son abordados diferentes tipos de sumadores, desde los más sencillos de tipo serie o paralelo, hasta aquellos que permiten una mayor velocidad de suma como los de llevadas anticipadas (CLA), selección de llevadas y ahorro de llevadas. Todo ello debe permitir al alumno comprender de forma más concreta el funcionamiento interno de las ALU.

Para cada operación se realiza una descripción teórica, apoyada con gráficos y tablas, de su funcionamiento a nivel de puerta lógica. Esta explicación debe servir como refresco de la exposición del tema realizada en el aula y como introducción al manejo de los módulos de simulación. Hay dos módulos, uno dedicado a las operaciones con un solo operando y otro para las sumas. Ambos representan gráficamente y a nivel de puerta lógica el circuito a estudiar, sus señales de control y los valores binarios en cada instante de tiempo. Permiten la realización de las operaciones paso a paso y proporcionan una explicación de lo que representa cada paso. Permiten al alumno estudiar cómo se propagan las señales binarias por los circuitos, distinguir todas las etapas intermedias y experimentar con diferentes valores.

c) Planificadores de CPU

Este subproyecto tiene como objetivo la gestión que el sistema operativo realiza de la CPU como un recurso más del sistema informático. Se centra en el estudio de algoritmos de planificación a corto plazo, tanto de tipo monocola como multicola. El estudio de estos algoritmos permite al alumno entender el tratamiento interno que el sistema operativo realiza sobre los procesos, y por lo tanto ayuda a comprender la idea de la multiprogramación. Este concepto es básico para el estudio de la programación concurrente y, por extensión, la paralela. Se trata de temas que tradicionalmente resultan de difícil comprensión en las asignaturas de introducción a los sistemas operativos.

El subproyecto realiza una introducción teórica a los conceptos básicos de procesos, estados y cambios de contexto, así como de los tipos de planificación. A continuación describe los diferentes algoritmos de planificación junto con algunas técnicas de evaluación de prestaciones. Los algoritmos descritos son el FCFS, Round-Robin, SJF, SRT, HRRN, cola múltiples, colas múltiples con realimentación y colas múltiples con prioridades. Finalmente hay dos módulos que permiten al alumno configurar el número de procesos junto con la generación estadística o manual de sus instantes de llegada y ráfagas de CPU y E/S. Una vez seleccionado el algoritmo, se realiza una ejecución paso a paso que permite visualizar el estado de las colas en cada instante, la selección del siguiente proceso o la evolución entre las diferentes colas entre otras cosas.

d) Paginación bajo demanda.

La gestión de memoria virtual mediante paginación bajo demanda es el ejemplo clásico que sirve para explicar la gestión de memoria en los sistemas operativos. Uno de los aspectos que dificultan su comprensión es que está íntimamente relacionada con el hardware de gestión de direcciones de la CPU. Se trata por lo tanto de un tema en el cuál es preciso abordar conceptos de hardware y de software para realizar una explicación completa.

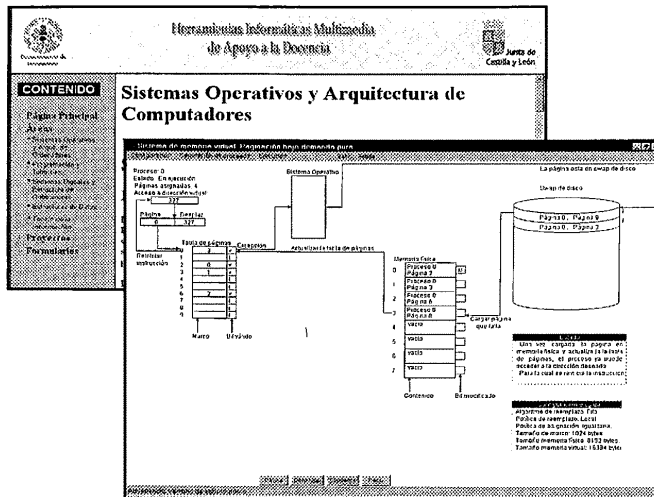


Ilustración 1 Módulo de paginación bajo demanda.

El subproyecto realiza un repaso teórico sobre los conceptos básicos de gestión de memoria, incluyendo algunos ejemplos reales, como la gestión en el sistema operativo Linux. Su herramienta de simulación (ver ilustración 1) permite configurar el algoritmo y la política de reemplazo en la gestión de la memoria, el tamaño de página y de marco y los tamaños de memoria física y virtual. Permite también generar de forma aleatoria o directa las direcciones generadas por los diferentes procesos que intervendrán en la simulación. Ésta es realizada paso a paso con visualización de los dispositivos hardware involucrados en cada uno (CPU, tabla de páginas, memoria física, área de intercambio) y con explicación de lo ocurrido en cada paso. El alumno visualiza la evolución de la memoria física, el proceso propietario de cada una de las páginas, el estado de cada tabla de páginas de cada proceso, etc.

4.- CONCLUSIONES

Las conclusiones a las que se pueda llegar en estos momentos han de ser forzosamente provisionales, ya que el proyecto aún sigue en marcha. Tal vez uno de los puntos que más convenga destacar es que el proyecto no dará lugar a un producto cerrado, sino que siempre va a poder ser actualizado, ya sea por la agregación de nuevos subproyectos en las áreas existentes, o la incorporación de áreas nuevas con sus respectivos subproyectos. El hecho de que todos ellos se encuentren centralizados en una única página web facilita el acceso del alumno y el mantenimiento tanto del software como de la documentación.

En el aspecto didáctico este proyecto trata de fomentar el trabajo personal del alumno haciéndolo un poco más atractivo. Para conseguirlo se ha pretendido que el alumno sea parte activa, además de receptiva de información, mediante aplicaciones de simulación altamente interactivas. Actualmente el número total de subproyectos es de diez, esperando que al final del trabajo haya subido hasta la veintena. Se conseguirá así tratar un número representativo de temas y será en ese momento en el que se podrá establecer hasta qué punto se ha facilitado al alumno la comprensión de las materias tratadas.

BIBLIOGRAFÍA

- The Joint Task Force on Computing Curricula, "Computing Curricula 2001", IEEE Computer Society. Association for Computing Machinery, marzo 2000.
- J. Bishop, "JAVA. Fundamentos de Programación. Segunda Edición.", Addison-Wesley, 1999.
- A.Silberschatz, P.B.Galvin, "Operating System Concepts. Fourth Edition.", Addison-Wesley, 1994.
- W.Stallings, "Organización y Arquitectura de Computadores. Diseño para Optimizar Prestaciones. Cuarta Edición.", Prentice-Hall, 1996.
- I.S.Graham, "HTML Sourcebook: A Complete Guide to HTML 3.0", John Wiley & Sons, 1996.
- W.Pierson, S.H.Rodger, "Web-based Animation of Data Structures Using JAWAA", Twenty-ninth SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education, p. 267-271, 1998.
- S.H.Rodger, "Integrating Animations into Courses", ACM SIGCSE/SIGCUE Conference on Integrating Technology in Computer Science Education, Barcelona, Spain, p. 72-74, 1996