

SIMULADOR DE UN COMPUTADOR SENCILLO

J.I. Escudero, A.J. Molina, A.V. Medina, A.L. Delgado, y D. Freniche

Universidad de Sevilla
Facultad de Informática y Estadística
Dpto. de Tecnología Electrónica

Resumen

En este trabajo se presenta la elaboración de una herramienta de simulación que reproduce el comportamiento de un computador simple. Con ello se pretende mejorar la docencia desde dos puntos de vista: por un lado, desde la vertiente del alumno, al cual se le ofrece la posibilidad de trabajar con esta herramienta, incluso en su propia casa; por otro lado, desde el punto de vista del profesor, al cual le permite desarrollar más claramente y utilizando menos tiempo los conceptos relacionados con este tema.

Introducción

Durante los últimos años han aparecido en el mercado numerosos programas de simulación de microprocesadores comerciales, que pueden facilitar el aprendizaje de los mismos. Estas herramientas actúan sobre un programa en ensamblador, realizado con las instrucciones del microprocesador en concreto, y muestran el resultado de la ejecución del programa e incluso el flujo de información a través de los elementos del sistema. Esto hace que los simuladores sean una herramienta de trabajo, depuración y enseñanza bastante eficaz.

En este último sentido, creemos conveniente introducir, en la docencia ordinaria, estas herramientas, ya sea en laboratorio o, incluso, en clases magistrales. Esto permitiría una ayuda docente importante [1], puesto que supone una vía alternativa de enseñanza (gráficos animados, que impactan sobre la atención del alumno y mejoran la adquisición del conocimiento). El profesor también se vería beneficiado puesto que, por un lado, desarrolla de forma más

continuada la exposición de los conceptos, y por otro, puede invertir más tiempo en ellos (desarrollo de un mayor número de ejemplos, etc.), por el ahorro que supone este medio gráfico.

Por otro lado, es interesante que el alumno disponga de esta herramienta para el estudio, ya que puede ayudarle a la comprensión de los conceptos [2]. Si el alumno, además, se encuentra motivado para el "manejo de estos programas", el efecto educativo se potencia. Este es el caso que nosotros nos encontramos con los alumnos de Informática.

Objetivos

En asignaturas que estudien microprocesadores comerciales, se podría utilizar alguna de estas herramientas como apoyo docente. Nuestro caso no es tan sencillo. En la asignatura que impartimos, Circuitos y Sistemas Digitales I, correspondiente a 1º de Informática, se comienza por las nociones más básicas de Electrónica Digital, tanto desde el punto de vista combinacional como secuencial, hasta que, al final del curso, se construye un procesador sencillo, con el fin de dar a los alumnos una visión global del concepto de computador, el cual les permite utilizar todos los conceptos estudiados a lo largo del curso. Evidentemente, no existe ningún simulador comercial para este procesador, por lo que, si queremos facilitar al alumno una herramienta de este tipo, la tendremos que generar nosotros.

Llegado a este punto, podría plantearse la necesidad de incorporar y desarrollar una herramienta a este nivel, pero pensamos que es interesante por los siguientes motivos:

- a) Introduce a los alumnos de cursos bajos de Informática, al manejo de los simuladores comerciales.
- b) Se encuentra dentro de la filosofía de enseñanza de la asignatura, en la que ya se ha desarrollado un programa [3] [4] que contiene la realización de prácticas, utilizando el simulador VST (proyecto SPAC).
- c) Ayuda al desarrollo de las clases magistrales, por ser un apoyo gráfico importante.

Planteado esto, el simulador a generar debe cumplir con los siguientes objetivos generales:

- Permitir la entrada de ficheros con el programa en ensamblador y depurar los errores.
- Debe permitir una ejecución del programa paso a paso, en caso de que el alumno desee visualizar la evolución de datos por el sistema, o continua, si sólo se quiere evaluar la salida final.

- Poder visualizar en todo momento el contenido de los registros del procesador y la memoria.
- Tener un interfaz amigable que permita un fácil manejo.
- Incorporar algunos interfaces sencillos para aumentar la potencia y utilidad del procesador.

Estos objetivos se van cubrir de forma escalonada, esto es, el simulador se compondrá, en principio, de dos procesadores simples; el primero, sólo tendrá acceso a memoria, sin periféricos, tal como se muestra en el aula, donde se hace más hincapié sobre el funcionamiento interno del procesador; el segundo procesador será más complejo, se pretende que incorpore un juego de instrucciones más completo y que disponga de algún tipo de periféricos como teclado, visualizadores, puerto paralelo, etc.

El primer procesador aportará una ayuda importante para la comprensión de los aspectos expuestos en la asignatura. Con el segundo procesador, se pretende que el alumno, por sí mismo, descubra las ventajas que supone el aumentar el juego de instrucciones y diversificar los modos de direccionamiento, además de dar una guía para la conexión del mismo al exterior. En este trabajo sólo se describirá la primera estructura.

Descripción funcional

La herramienta que se ha desarrollado pretende reproducir el comportamiento del computador simple que se expone en nuestra asignatura, utilizando básicamente aspectos gráficos que hagan más sencillo la asimilación, por el alumno, de los conceptos implicados. Para ello, al arrancar el programa, éste muestra en pantalla la estructura del computador simple, el cual aparece en la Fig. 1. El alumno puede solicitar información del funcionamiento de cada uno de los componentes del mismo, sólo con situarse (y hacer click con el ratón) sobre el elemento en cuestión. En la pantalla aparece entonces, a nivel RT, la descripción completa del comportamiento del elemento elegido.

Una vez conocido el comportamiento del computador simple, también existe la posibilidad de consultar el conjunto de instrucciones que es capaz de llevar a cabo. Para ello, puede mostrar en pantalla el conjunto de instrucciones que realiza, así como el desarrollo de cada una de ellas a nivel de microinstrucción. El conjunto de instrucciones es muy reducido, dada la simplicidad de nuestro computador, y en nuestro caso es de dieciseis instrucciones diferentes. Estos son los aspectos informativos que presenta nuestra herramienta, sin embargo, su principal virtud consiste en la posibilidad de diseñar un programa, utilizando esas instrucciones, y visualizar su ejecución.

Para conseguir esto, nuestro programa permite el acceso a un editor de texto sobre el cual escribir el programa que se desee, para a continuación

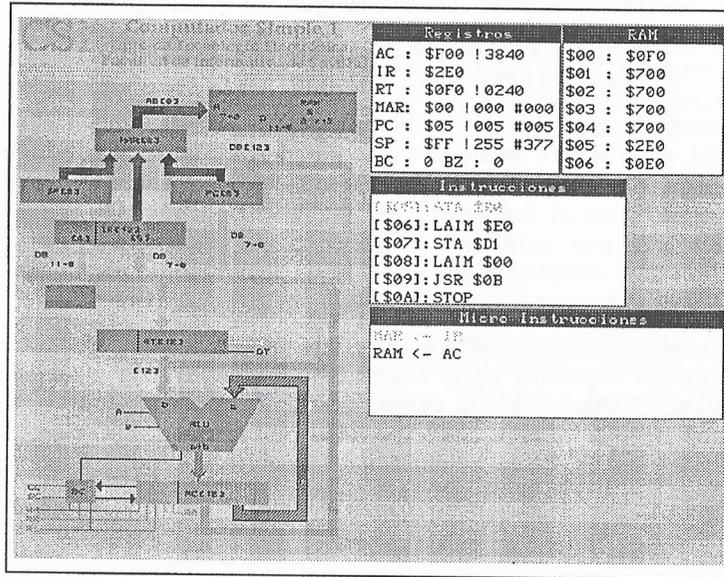


Fig. 1: Pantalla que muestra la estructura del computador sencillo utilizado así como los contenidos de los registros.

ejecutarlo sobre nuestro computador. Esta ejecución lleva consigo un estudio sintáctico del programa elaborado, el cual emite comentarios relativos a su adecuación o no, y en este caso, cuáles son los errores detectados. Si el programa elaborado es correcto comienza la ejecución.

Esta ejecución se puede llevar a cabo de tres formas distintas. En todas ellas se muestra en pantalla el programa ejecutado, los contenidos de los registros del computador así como el contenido de la memoria del sistema, ver de nuevo el Fig.1. La primera de las formas posible de ejecución se trata de una ejecución completa, en la cual sólo se tiene acceso a los resultados finales del proceso. Este tipo de ejecución es muy apropiado para verificar el comportamiento del diseño de un programa determinado.

Una segunda manera de ejecución es una ejecución a pasos, en la cual se ejecuta una instrucción del programa cada vez, pudiéndose consultar los contenidos antes descritos en cada paso. Además se muestra, remarcando sobre el esquema de computador, los elementos implicados en cada instrucción así como los buses utilizados. Esta forma de ejecución puede ser la más utilizada ya que muestra cómo queda la información, sobre el computador, al finalizar la ejecución de cada instrucción del programa.

Por último, la tercera forma de ejecución también se trata de una ejecución paso a paso, aunque en esta ocasión se desarrolla con mucho más detalle, ya que se realiza a nivel de microinstrucción. En ella se muestra la evolución de la información a través del computador simple, al igual que antes remarcando los elementos y buses implicados, con cada ciclo de reloj. En esta ocasión, la ejecución es mucho más lenta que en los casos anteriores, sin embargo, resulta ser la manera más instructiva de las tres que presentamos, de manera que permite un estudio más detallado de los procesos implicados.

Conclusiones

En este trabajo se ha presentado una herramienta que permite mejorar los aspectos didácticos en la presentación del concepto de computador en la asignatura de "Circuitos y Sistemas Digitales I" de primer curso de Informática. Esta mejora se presenta desde dos puntos de vista: el alumno, al cual le ayuda a comprender más claramente los conceptos implicados y el profesor, al cual se le ofrece la posibilidad de transmitir esos conceptos de forma más rigurosa, amena y en menor tiempo, lo cual supone poder presentar mayor número de ejemplos. Además este tipo de herramientas son útiles, no solamente en el aula, sino que presentan también la posibilidad de que el alumno trabaje con ella en su propia casa, dedicándole todo el tiempo que considere oportuno. De esa manera el aprendizaje se lleva a cabo al ritmo que el propio alumno marque.

Por último, es importante resaltar la idea de que sería conveniente crear un nuevo simulador de un computador sencillo, en el cual se amplíe el número de instrucciones posibles a ejecutar, así como los modos de direccionamiento, tal como se propuso en los objetivos iniciales. Ese nuevo simulador dispondría de interfaces de conexión con el exterior lo cual permitiría aumentar la potencia y utilidad de la herramienta elaborada.

Bibliografía

- [1] Luque, J.; Medina, A.V. y Gonzalo, F. "Enseñanza de máquinas de estado mediante ESTELLE". Actas del II Congreso Iberoamericano de Informática Educativa. Lisboa, 1994.
- [2] Fortet, P.; Sánchez, T. y Campoy R. "Sistema de enseñanza-aprendizaje autocontenido de la Electrónica". Actas del I Congreso sobre Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica". Madrid, 1994.
- [3] Molina, A.J. y Gómez I. "Aportaciones experimentales en Tecnología de las Comunicaciones". Actas de las VI Jornadas de Tecnología Electrónica. Las Palmas de Gran Canaria, 1994.
- [4] Parra, P.; Baena, C. y Valencia, M. "Sistema de Prácticas Autodidactas sobre CadPC". Actas de las VI Jornadas de Tecnología Electrónica. Las Palmas de Gran Canaria, 1994.