

REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN PUESTOS DE TRABAJO REMOTOS, MEDIANTE LA TRANSMISIÓN DE IMÁGENES REALES POR RED TELEFÓNICA CONMUTADA

José María Sebastián y Zúñiga, Pascual Campoy Cervera
Departamento de Automática, Ingeniería Electrónica e Informática Industrial.
Universidad Politécnica de Madrid

1. Introducción

La presente comunicación describe un proyecto novedoso que pretende potenciar las enseñanzas prácticas basadas en el autoaprendizaje. Esta financiado por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, mediante el programa PAUTA ("Programa de mejora de las enseñanzas Prácticas basadas en AUToAprendizaje"), y posee un periodo de duración de 18 meses (Septiembre de 1996 - Marzo de 1998). El proyecto propuesto permite el desarrollo de prácticas de laboratorio desde puestos de trabajo remotos, que requieran por parte del alumno de la observación de la evolución de un sistema físico o de la evaluación de magnitudes o formas implicadas en el proceso. Está especialmente indicado para aquellos casos en que no es posible o recomendable la presencia del alumno en contacto con el sistema real, por cualquiera de las siguientes causas: utilización de medios caros o escasos, óptima utilización de los mismos, ambientes dañinos para la observación (radiación, térmicos, ...), etc. Adicionalmente la realización remota de prácticas, sin horarios prefijados, permitirá una mejor asimilación de los conceptos por el alumno, con la posibilidad de repetir la práctica cuantas veces desee, o llevarla a cabo en el momento que esté asimilando los conceptos teóricos. Otro aspecto positivo será la posibilidad de evaluación flexible y rápida, inherente de cualquier sistema informatizado.

Inicialmente está previsto emplearlo, como experiencia piloto, en las prácticas de los módulos de Visión Artificial de la asignatura Regulación Automática III, impartida en el sexto año de la especialidad Eléctrica, intensificación Automática y Electrónica. En el nuevo plan de estudios se adaptará a las asignaturas Sistemas de Percepción y Visión Artificial. El sistema dispone de un módulo flexible de adquisición de imágenes estáticas, con posibilidad de actuar sobre el entorno, un soporte de transmisión de imágenes y un programa para el tratamiento de las mismas. Es necesario que el alumno disponga de un puesto de trabajo con PC y conexión a red, lo cual no parece que sea una limitación importante. No obstante siempre será posible disponer de puestos de trabajo en el propio laboratorio.

Posteriormente el sistema desarrollado se podría extender a otras prácticas de laboratorio, previa adaptación de los accionadores que actúan sobre el sistema físico, y dotando al programa de tratamiento de aquellas opciones específicas que se consideren necesarias para el adecuado análisis de las imágenes captadas. Tales son los casos de las prácticas de Metalotecnia (Micrografía de aleaciones), Resistencia de Materiales (Análisis de Esfuerzos), Regulación Automática I (Control de sistemas físicos), Regulación Automática III (Robótica), etc.

Un último salto cualitativo es la adaptación del sistema al tratamiento de secuencias de imágenes. El estado de la técnica permite en la actualidad adquirir una secuencia de imágenes, comprimirlas y almacenarlas en tiempo real en un soporte magnético, para que posteriormente el alumno pueda recibirlas en el puesto remoto (además sin incremento en el coste del mismo).

El objetivo del proyecto no se centra pues en la resolución de las prácticas de una asignatura, si no en el diseño de una herramienta que permita complementar las enseñanzas teóricas y prácticas, de una forma novedosa y eficiente, con notables ventajas, pues el alumno accederá a ellas con una mejor preparación y predisposición. En ningún caso deberán substituir totalmente el contacto del alumno con el mundo real.

2 Módulos del sistema

La realización del proyecto incluye el desarrollo de tres módulos fundamentales:

- *Módulo Servidor de Imágenes.* Consta tanto del hardware como del software necesario para una captación flexible de imágenes.

Los elementos físicos que lo configuran son los siguientes:

- Cámara en color motorizada. Incluye controles ópticos (zoom, enfoque e iris) y controles de posición (pan y tilt). Permite al alumno optimizar la estrategia de captación de imágenes.
- Sistema de iluminación controlada. Consta de focos luminosos, tarjetas controladoras y accionadores. Esta previsto la utilización de los principales tipos de iluminación: contraluz, direccional, difusa, etc. Permite al alumno actuar sobre el entorno de captación de imágenes.
- Selector automático de experimentos o piezas. Las prácticas se realizarán sobre un conjunto prefijado de piezas o experimentos, que serán seleccionadas desde el puesto de trabajo.
- Computador personal. Actúa como núcleo controlador del servidor de imágenes.
- Tarjeta digitalizadora de imágenes. Permite la digitalización de las imágenes captadas por la cámara. No esta previsto que realice ningún tratamiento de imágenes en tiempo real.
- Tarjeta de comunicación a la red. Permite la conexión a Internet.

Es necesario el desarrollo de un software de gestión que permita las siguientes opciones:

- Configuración del entorno y de la estrategia de captación de imágenes (controladores, óptica, motores)
- Adquisición de las imágenes.
- Compresión de imágenes.
- Gestión del módulo servidor de imágenes como un recurso solicitado por diversos usuarios. De esta forma cada alumno, previa petición a través de la red, dispondrá en exclusividad del sistema durante unos pocos segundos. El turno se realizará por orden de petición.
- Gestión de los resultados obtenidos en las prácticas: guía de ejecución, control de realización, evaluación de resultados obtenidos, ayuda y asistencia, etc.

- *Módulo de Transmisión de Información e Imágenes.* Consta del soporte y del software para la transmisión de la información y de las imágenes captadas.
 - El soporte elegido debe resultar económico para el alumno, lo cuál se puede lograr tanto por el precio como por la utilidad adicional que se logre. La opción más adecuada es mediante la red Internet. Adicionalmente se permitirá tanto la conexión telefónica a través de un modem, como la utilización de soporte magnético.
 - El software utilizado debe ser de uso público, por las mismas razones económicas. También se permitirá que a solicitud del alumno las imágenes puedan ser comprimidas (estándar JPEG) para minimizar el tiempo y el gasto de transmisión.
- *Módulo Cliente Remoto.* Incluye el software necesario para la petición controlada de imágenes, su recepción, y el tratamiento de las mismas.
 - Petición controlada de la adquisición de imágenes: determinación de la motorización de la óptica, posición de la cámara y situación del entorno.
 - Descompresión de la imagen, si procede.
 - Tratamiento de la imágenes recibidas: en el dominio espacial (zoom, warping, filtrado, realce, borde, morfología, etc) y en el dominio frecuencial (filtrado, transformada de Fourier, análisis espectral, cepstral, etc).
 - Segmentación de la imagen en regiones con significado.
 - Reconocimiento de las objetos presentes en la imagen.
 - Análisis dimensional y de forma de los objetos presentes.
 - Gestión de los resultados obtenidos en las prácticas: guía de ejecución, ayuda y asistencia, etc.
 - Interface con el usuario bajo entorno Windows.

3. Plan de aplicación

El proyecto se encuentra en el inicio de la fase de definción, por lo que no se ha generado todavía ningún tipo de

resultado. No obstante se puede destacar algunos aspectos de su plan de aplicación. Dentro de él se consideran dos vertientes diferenciadas: por un lado su aplicación a las prácticas de la asignatura Regulación Automática III y por otro su futura adaptación a otras asignaturas de la Escuela.

En el primer caso son destacables los siguientes aspectos:

- El *número de alumnos* sobre los que se aplicará será de 120, según media de los últimos años.
- *Disponibilidad de computadores.* Por las encuestas realizadas, el número de alumnos que dispone de un acceso libre a un computador ronda el 70%. Para dentro de 18 meses dicho número se incrementará hasta cerca de un 90%.
- La *conexión a una red* informática no planteará tampoco ningún problema. Aunque en la actualidad la cuota mensual es apreciable, existirán en un futuro soluciones factibles, como que la propia Escuela actúe de Centro Servidor de todos los alumnos. No obstante y para aquellos alumnos que no dispongan de los medios necesarios se dispondrá de los equipos de prácticas actuales para la realización de las mismas.
- *Software de Tratamiento.* No será necesario la adquisición de ningún software, pues el desarrollado dentro del proyecto se complementará con el de uso general. También es posible la utilización de software comercial, comunmente utilizado (por ejemplo MATLAB), siempre que se obtenga condiciones favorables para su difusión.

El segundo caso es sumamente amplio y ambicioso, y requeriría el concurso de expertos en las materias cuyas prácticas se quisieran adaptar, a fin de obtener las máximas prestaciones en la estrategia de adquisición y en el software de tratamiento.