

Plataforma didáctica de integración sensorial en un entorno de robótica y visión por computador

Josep Forest, Joaquim Salvi, Joan Batlle, Lluís Magí

Departamento de Electrónica, Informática y Automática

Instituto de Informática y Aplicaciones

Universidad de Girona

Avda. Lluís Santaló s/n. 17071 GIRONA

{jforest, qsalvi, jbatlle}@eia.udg.es

Resumen

Se presenta en este artículo un entorno de simulación industrial pensado para la realización de prácticas de asignaturas de segundo ciclo de informática. La plataforma que se presenta pretende simular un entorno de fabricación mediante la utilización de trenes eléctricos. La analogía consiste en asociar las locomotoras a robots guiados, utilizando los vagones como soporte a la infraestructura de control y sensorial necesaria.

1. Presentación de la plataforma

Se presenta en esta ponencia un entorno de simulación industrial pensado para la realización de prácticas de asignaturas relativas al segundo ciclo de Ingeniería de Informática, y especialmente para la asignatura Informática de los Entornos de Producción. En la construcción de la plataforma que se presenta se ha intentado tratar didácticamente y con imaginación aspectos tan importantes como sensorización, control de manipuladores, robótica

móvil, actuadores, percepción, etc. Las prácticas redactadas están pensadas para tratar los problemas relacionados con convoyes, cintas transportadoras y aspectos asociados con el movimiento de robots en entornos de producción. La imposibilidad de disponer de convoyes industriales nos han llevado a realizar una simulación mediante trenes eléctricos (fig-1). Así pues, la analogía consiste en asociar las máquinas locomotoras a robots guiados, utilizando los vagones como soporte para la infraestructura sensorial y de control necesaria. El resultado ha sido la confección inicial de 10. Las cinco primeras constituyen un bloque relativo a la adaptación sensorial del entorno, y exigen profundizar en conceptos de electrónica bajo un punto de vista de control informático. El segundo bloque corresponde a prácticas más especializadas tales como el seguimiento de objetos en movimiento, detección de obstáculos, planificación de tareas, y otros aspectos relacionados con la integración de la informática a un entorno simulado de tecnologías avanzadas de fabricación.

Desde el punto de vista docente, el principal objetivo que se persigue es la motivación del alumno en la realización de

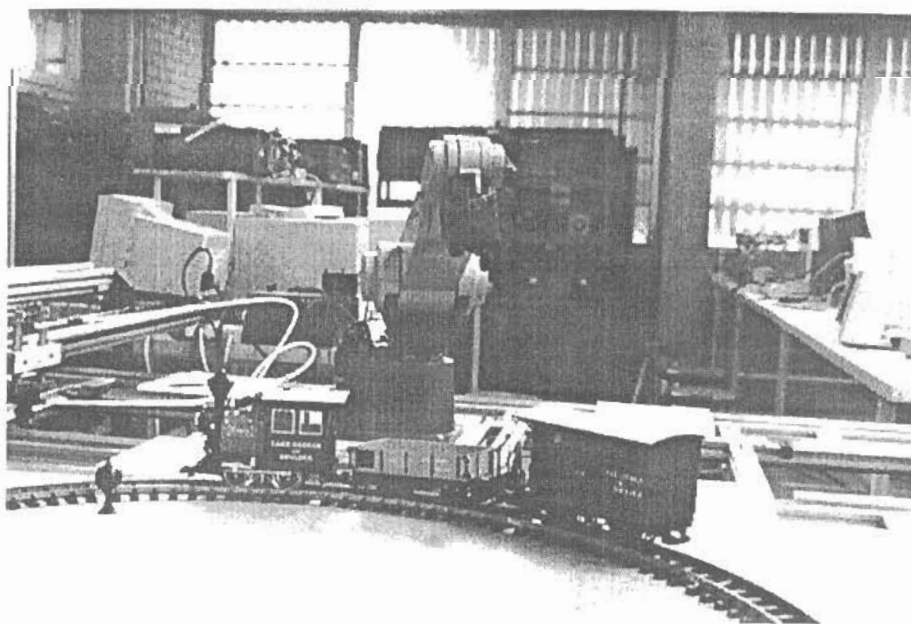


Fig-1. Plataforma didáctica con robot, cinta transportadora y tren eléctrico.

prácticas imaginativas que potencien su aprendizaje en conceptos considerados fundamentales en una asignatura de nueva implantación. Al tratarse de docencia en una carrera de segundo ciclo, que agrupa alumnos provenientes de los dos primeros ciclos de informática, ingeniería técnica en informática de gestión y ingeniería técnica en informática de sistemas, se hace necesario dar una visión integradora de hardware y software, con el fin de complementar así las deficiencias de formación de cada especialidad.

El uso de plataformas en nuestro departamento se inició con la utilización de vehículos de radio control, repintados con colores conocidos que permitían una segmentación básica con la finalidad de detectar posición y velocidad [1]. Un año más tarde los esfuerzos se dedicaron a la puesta a punto de un robot móvil didáctico [2,3,4] que permitía un elevado número de prácticas de robótica móvil, control y visión por computador. En la actualidad dicho robot móvil se utiliza para completar la formación docente en asignaturas de primer ciclo de informática de sistemas tales como a) Robótica y b) Control y Planificación en Robótica.

En esta línea existen trabajos de otras universidades tales como el robot autoguiado de la Escuela de Ingenieros Superiores de San Sebastián [5]. Recientemente, y en el contexto del Microrobot World Cup Soccer Tournament [6], el grupo de control de nuestra Escuela ha desarrollado una plataforma de pequeños robots móviles que incorporan un microprocesador y un pequeño transmisor, permitiendo la puesta en marcha de una asignatura de libre elección de robótica móvil y agentes.

Volviendo al proyecto didáctico desarrollado, la fig. 1 muestra una visión parcial del entorno, donde puede observarse un manipulador Mitsubishi de 6 grados de libertad, una cinta transportadora y el convoy móvil simulado mediante el tren eléctrico. Por supuesto, el número de prácticas a realizar en la plataforma presentada no tiene límite y permite avanzar en la puesta a punto de prácticas para asignaturas tecnológicas relacionadas con Electrónica Analógica, Electrónica Digital, Control Automático, etc.

2. Módulo de prácticas básico

En este módulo de prácticas se pretende que el alumno tome un primer contacto con la plataforma a nivel electrónico. Recordemos, tal como se ha comentado anteriormente, que este primer bloque de cinco prácticas pretende equiparar conocimientos entre los alumnos que provienen de las dos especialidades de informática técnica. Tal y como se describe a continuación el módulo está formado por prácticas de un nivel de dificultad medio pero que integran conocimientos que deberían haber sido adquiridos por los alumnos en asignaturas anteriores y que son rápidamente repasados en clase teoría al ser una asignatura donde converge la especialidad de sistemas con la de gestión. Esta clase teórica, de un coste docente de 0'5 créditos, está basada en sensorización y adquisición de señales, sirviendo de repaso a los informáticos de sistemas y, a su vez, de introducción a la problemática de la electrónica a los informáticos de gestión. Este módulo de prácticas es, pues, mayoritariamente de desarrollo de circuitos eléctricos más que de programación propiamente dicha. Las prácticas son descritas a continuación.

Práctica 1- Sensores y control de velocidad. Esta práctica plantea el seguimiento de un convoy por parte de otro, simulados mediante máquinas eléctricas, con el requerimiento de mantener una distancia de seguridad prefijada, por ejemplo 30 cm. La práctica consiste en utilizar un sensor ultrasónico Polaroid y un variador de velocidad de cc para una de las máquinas (la fig-2 muestra en la parte frontal de la locomotora el sensor ultrasónico), la cual está aislada de la toma de corriente central. Las baterías de alimentación se ubican en uno de los vagones. La velocidad de la otra máquina se controla utilizando el regulador del propio tren siendo éste alimentado a través de los railes. La parte posterior del primer convoy está adaptada para mejorar la respuesta del eco ultrasónico.



Fig-2. Detalle de la locomotora donde se aprecia en la parte frontal el sensor de ultrasonidos.

Práctica 2- Electrónica analógica/digital. Esta es una práctica de consolidación de conocimientos electrónicos generales. Utilizando moto-reductores, diodos emisores de luz, sensores de proximidad, multiestables, etc., se pide hacer un sistema de control de seguridad en los pasos a nivel, con la exigencia de que el sistema pueda ser controlado mediante un PC. El alumno se familiariza con las interfaces de entrada analógicas que le permiten controlar el sistema mediante un ordenador PC utilizando directamente las señales suministradas por los sensores. Se requiere también al alumno el desarrollo de simples circuitos eléctricos de adecuación de la señal.

Práctica 3- Robótica. La práctica consiste en programar el manipulador Mitsubishi de forma que efectúe la carga y descarga de un vagón, con contenedores de tamaño y forma conocidos, organizados siempre en una posición estructurada que permita su paletización. El robot debe depositar los contenedores en la cinta transportadora y viceversa. El alumno deberá detectar la presencia del vagón mediante la tarjeta d'E/S del Robot y programar la paletización del mismo.

Práctica 4- Odometría básica. Mediante el uso de un encoder ubicado en una de las ruedas de un vagón, se pide determinar en cada momento la velocidad del convoy. Los datos son leídos utilizando un microprocesador. El proceso debe finalizar con la visualización de la velocidad en el monitor. La interfase entre el sistema móvil y el PC se realiza mediante un enlace de radio FM. Como trabajo adicional, el alumno debe realizar un circuito electrónico que permita

detectar velocidad y sentido de giro sin pérdida de pasos. La fig-3 muestra una vista general del vagón dedicado a la electrónica de control, y la fig-4 muestra un detalle de la placa microprocesada Philips 80C552, así como electrónica complementaria de adaptación de sensores.

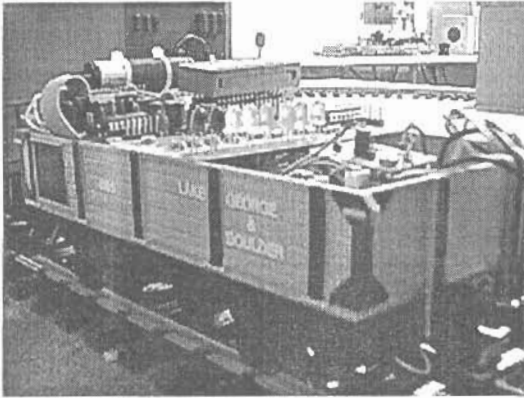


Fig-3. Detalle general del vagón donde se aloja la electrónica de control de la locomotora.

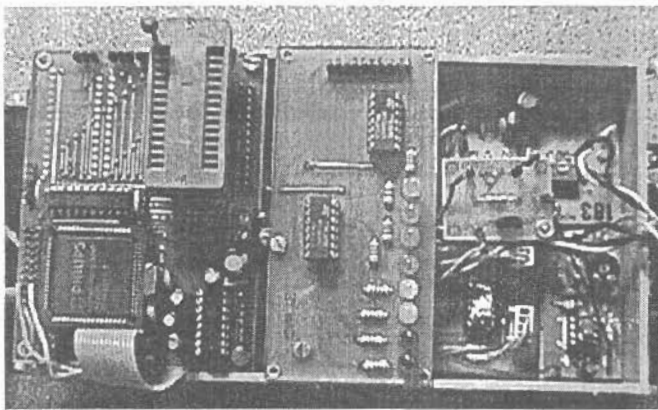


Fig-4. Vista superior del vagón de control, donde se aprecia el sistema microprocesador y electrónica adicional.

Práctica 5- Uso de un joystick. La práctica consiste en la toma de la lectura de un joystick analógico mediante un PC y actuar sobre la máquina de tren usando los siguientes comandos: avance progresivo hacia adelante, avance progresivo hacia atrás. Se hace un especial hincapié en la utilidad de los controles PID software para limitar las acciones bruscas sobre el joystick y, consecuentemente, sobre la máquina.

3. Módulo de prácticas avanzadas

En este segundo módulo de prácticas se pretende introducir al alumnado en algunos aspectos más avanzados de la informática industrial. Concretamente, se han utilizado nuevas tecnologías como es la visión por computador y la utilización de iluminación láser para introducir al alumno en conceptos tan importantes como es la inspección en control de calidad, etc... Así mismo, se dedica un especial interés en el control de sensorización y actuación tanto mediante un autómata programable como utilizando un PC industrial.

Seguidamente se detallan cada una de las prácticas de este segundo bloque.

Práctica 6- Visión por computador. Mediante una cámara posicionada en el techo, que permita visualizar todo el plano de la maqueta, hay que analizar la escena y monitorizar en la pantalla del PC el movimiento del convoy. Esta es una práctica de seguimiento de objetos en tiempo real, en la que se requerirá el uso de técnicas de procesado de imágenes en color. Concretamente, se deberá trabajar en un modelo de color perceptual que permita segmentar los objetos de interés de una forma sencilla y seguidamente recuperar la posición bidimensional de dichos objetos en la imagen, lo cual conlleva la utilización de técnicas de filtraje y realce de imágenes.

Práctica 7- Sistemas de iluminación industriales. Mediante el uso de la visión por computador y de un plano láser (ver fig-5), se tendrá que determinar si los vagones del convoy llevan o no carga. En función de lo detectado, el ordenador mandará órdenes al robot para su descarga, una vez el vagón esté posicionado. Esta práctica pretende introducir el alumno en la problemática de la inspección la cual conlleva la utilización de distintas técnicas de iluminación para facilitar el posterior procesamiento de la imagen. Concretamente, se estudiarán los siguientes sistemas de iluminación: retro-iluminación, iluminación difusa, iluminación direccional y finalmente iluminación estructurada, teniendo especial interés en reducir los efectos de la iluminación ambiental.

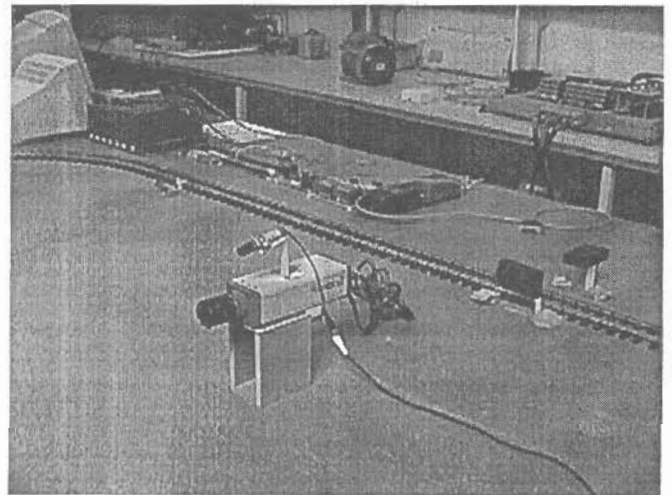


Fig-5. Equipo básico de visión incluyendo un emisor de un haz de luz láser roja.

Práctica 8- Planificación de tareas. Esta práctica consiste en programar una tarea tal como: Avanzar a cierta velocidad hasta una posición previamente determinada, esperar un determinado intervalo de tiempo durante el cual el robot manipula determinados objetos, arrancar nuevamente hasta encontrar un determinado sensor, etc. De alguna forma, se pretende introducir de forma, con un sencillo ejemplo, la problemática de la planificación de tareas.

Práctica 9- Autómata programable. Utilizando un autómata programable, realizar un control global del sistema que tenga en cuenta los sensores instalados en el entorno y que sea capaz de activar los sistemas de seguridad en caso de

detectarse situaciones de peligro o imprevistos tales como dos convoyes avanzando en sentido contrario, etc. La figura 6 muestra un detalle de dos tipos de sensores utilizados en la práctica. El alumno deberá comprender el funcionamiento de un autómata y su programación. Se deberá tener en cuenta la forma especial de programar un autómata en relación a un ordenador personal, equipo, este segundo, al cual los alumnos están mucho más familiarizados.

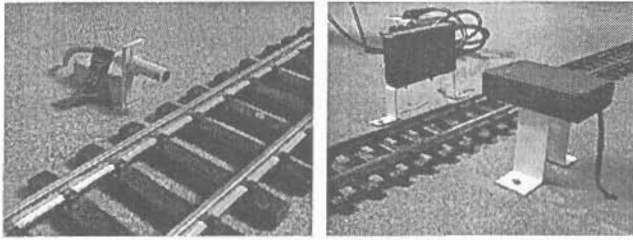


Fig-6. Dos tipos de sensores utilizados para el desarrollo de la práctica. a) sensor de efecto Hall, b) sensor de luz infrarroja.

Práctica 10- Ordenador Industrial. Repetir la práctica 9 utilizando un PC como sistema de entrada/salida. Finalmente, la práctica exige la creación de un sencillo protocolo que permita el diálogo entre el PC, el autómata programable y el robot, de forma que el alumno se familiarice con la interconexión de sistemas básicos con sistemas más inteligentes.

Para la ejecución de las prácticas del módulo avanzado, se dispone de un sistema transmisor de información, vía radio, ubicado en las máquinas o convoyes, de forma que se permite el diálogo entre el PC y el sistema microprocesador local. Sistema indispensable para poder llevar a cabo las prácticas 8 y 10 al ser necesario que el tren pueda recibir ordenes del equipo PC.

4. Conclusiones

En este artículo se presenta un cuerpo de prácticas que se han llevado a cabo en la asignatura de informática de los sistemas de producción, de cuarto de ingeniería en informática de la Universidad de Girona. Las prácticas presentadas están basadas en la simulación de unos hipotéticos procesos de producción mediante la utilización de una maqueta de tren eléctrico. La utilización de dicha maqueta permite a los alumnos que se familiaricen con sistemas tan básicos en la industria como es la adquisición de medidas físicas y la correspondiente actuación como cualquier sistema de control. Al tratarse de una asignatura de carrera de segundo ciclo, nos vemos obligados a afrontar el problema de que la mayoría de los alumnos provienen de informática de gestión, mucho menos familiarizados con los sistemas hardware que los estudiantes provenientes de la carrera técnica de Informática de Sistemas. Así pues, es indispensable que esta asignatura aglutine ambas especialidades, homogeneizando conocimientos que permitan un enfoque más profundo de los conceptos asociados a la Informática Industrial en general.

Referencias

- [1] Batlle J., Forest J., Ridao P. Sistema de detección de posición de robots basado en el procesado de imágenes en color. Escola Politècnica Superior. Universitat de Girona. Seminario Anual Aut. I Inf. Univ. Rovira i Virgili. 1994. Tarragona.
- [2] Batlle J., Martí J., Pacheco Ll. A Built-in Educational Platform for Integrating Computer Engineering Technologies. Escola Politècnica Superior. Universitat de Girona SIGCSE/SIGCUE 1996. UAB.Barcelona.
- [3] Salvi J., Pacheco Ll., Garcia R. ROGER. A Mobile Robot for Research Experimentations. Escola Politècnica Superior. Universitat de Girona. WAC'96 World Automation Congress. Montpellier. France. Vol 6. pp 745-750.
- [4] Garcia R., Salvi J. Xuff X. Una plataforma para la experimentación. Escola Politècnica Superior. Universitat de Girona. SAAEI'96 Seminario Anual de Automática, Electrónica Industrial e Instrumentación. pag.467-470. Zaragoza.
- [5] Flóres, J. Ostolaza J.X., Morales J.A., Garcia M., Tapia A., Arranz N., Pintado M. Práctica de Laboratorio de Vehículo Guiado. Escuela Superior de Ingenieros Industriales de San Sebastián. Universidad de Navarra. SAAEI'97 Seminario Anual de Automática, Electrónica Industrial e Instrumentación. pag. 688-693. Valencia.
- [6] Oller A., Garcia R., Ramon J.A., Figueras A., Rosa J.LL.de la. Cooperación entre robots basada en un planteamiento multiagente con herramientas CACSD. XVIII Jornadas de Automática. Girona. 1997. pag. 215-220.