

La Enseñanza de la Visión Artificial en la Universidad Miguel Hernández

Oscar REINOSO, Luis M. JIMÉNEZ, José M^a. AZORIN, José M^a. SABATER, César FERNÁNDEZ

Dpto. de Ingeniería de Sistemas Industriales, ISI
Div. de Ingeniería de Sistemas y Automática
Universidad Miguel Hernández UMH

Avda. Ferrocarril s/n, 03202-Elche, Alicante, España. Tel. (+34) 966658616 Fax. (+34) 966658979

E-mail: o.reinoso@umh.es, luis.jimenez@umh.es

Resumen –En esta comunicación se presentan algunos de los aspectos más interesantes referentes a los estudios de visión artificial dentro de la Universidad Miguel Hernández. De esta forma se revisarán los contenidos de las asignaturas donde se imparten conocimientos de Visión Artificial, tanto si son asignaturas de 1º y 2º ciclo, como si son asignaturas de cursos y programas de Doctorado. Asimismo se ofrecerán nociones acerca de los contenidos que se imparten en cada una de las asignaturas en consideración con la titulación donde se encuadran cada una de estas asignaturas. Para las asignaturas de 1º y 2º ciclo se revisarán las prácticas realizadas así como los equipos disponibles para la realización de las mismas. Por último, se presentarán los resultados alcanzados por los estudiantes en estas asignaturas durante los últimos cursos.

1. INTRODUCCIÓN

La Visión Artificial es una disciplina de reciente innovación y que paulatinamente se ha ido integrando, con más o menos éxito como materia de enseñanza en los Planes de Estudio de diferentes titulaciones en el estado español. Dado el creciente auge que ha tenido en los últimos tiempos las aplicaciones en las que se utilizan elementos propios de la Visión Artificial se ha observado la necesidad de ir incluyendo de manera progresiva esta materia en algunos Planes de Estudio. Evidentemente los planes de estudio en los que primero se ha introducido esta docencia ha sido en las enseñanzas técnicas, si bien no como una asignatura autocontenida, sino más bien como elementos o partes de asignaturas ya implantadas.

En este artículo se presentan los diferentes aspectos docentes relacionados con la disciplina de Visión Artificial que se llevan a cabo en la Universidad Miguel Hernández de Elche.

2. DOCENCIA DE VISIÓN ARTIFICIAL

En la actualidad la docencia de la materia de Visión Artificial en la Universidad Miguel Hernández de Elche se traduce en un conjunto de asignaturas de 1º y 2º ciclo en diferentes titulaciones, así como en diferentes seminarios del programa de doctorado Tecnologías Industriales. En primer lugar se revisarán la docencia en

1º y 2º ciclo para posteriormente revisar la docencia impartida en el programa de doctorado. En la Tabla 1 se presenta a modo de resumen las asignaturas regladas en las que se imparten contenidos de Visión Artificial en la Universidad Miguel Hernández.

2.1 Docencia en 1º y 2º ciclo

Los diferentes contenidos que se pueden integrar dentro del campo más amplio de Visión Artificial se imparten en dos titulaciones distintas: Ingeniero Industrial e Ingeniero de Telecomunicación.

Dentro de la titulación de Ingeniero Industrial en la Universidad Miguel Hernández y tal y como aparece en el plan de estudios publicado en el B.O.E. nº 302 de 18 de Diciembre de 1997, aparecen dos asignaturas donde se imparten enseñanzas relacionadas con Visión Artificial. En concreto se encuentra una asignatura de carácter obligatorio en 3º curso con el título de Física de la Visión con un total de 6 créditos (4.5 Teóricos y 1.5 Prácticos), donde se imparten conocimientos básicos de: Óptica ocular, formación de imágenes, función visual, visión binocular, visión de movimientos, color y percepción visual. Como se puede observar por los contenidos indicados, en esta asignatura se imparten conceptos básicos de carácter teórico y de contenido físico. Dado el carácter y el contenido de esta asignatura está siendo impartida en la actualidad por el área de Óptica.

Asignatura	Titulación	Curso	Carácter	Créditos
Física de la visión	Ing. Industrial	3º	Oblig.	4.5T+1.5Pr
Control de Robots y Sistemas Sensoriales	Ing. Industrial	4º	Opt.	6T+6Pr
Robótica y Visión por Computador	Ing. Telecomunicación	5º	Opt.	3T+3Pr

Tabla I: Asignaturas de 1º y 2º ciclo con docencia en Visión Artificial en la UMH

Curso 2000/01					Curso 2001/02				
Matriculados	Junio		Septiembre		Matriculados	Junio		Septiembre	
	Present.	Aprob.	Present.	Aprob.		Present.	Aprob.	Present.	Aprob.
46	23	19	7	6	51	28	20	9	3
	50%	83%		86%		55%	71%		33%

Tabla II. Estadísticas de matriculados y aprobados por convocatoria en la asignatura 'Control de Robots y Sistemas Sensoriales'

El resto de asignaturas en las que se imparten contenidos de Visión Artificial se encuentran asignadas al área de conocimiento de Ingeniería de Sistemas y Automática. Además, dentro de este plan de estudios se encuentra una asignatura de carácter optativo y que permite cursar la intensificación de Automática y Electrónica Industrial, con la denominación de Control de Robots y Sistemas Sensoriales con un total de 12 créditos (6 Teóricos y 6 Prácticos) [2]. Como aparece reflejado en los descriptores de esta asignatura, los contenidos fundamentales se centran en el campo de la robótica y de la visión por computador.

Los contenidos específicos en visión por computador en esta asignatura son: introducción a los sistemas de Visión Artificial, imágenes digitales, transformaciones en el dominio del espacio y en el dominio espectral, reducción del ruido, realce y detección de bordes, segmentación de la imagen, descripción y reconocimiento de imágenes, análisis morfológico de imágenes, adquisición de información tridimensional, visión estereoscópica, redes neuronales.

Por último, en la titulación de Ingeniero de Telecomunicación de la UMH se imparte una asignatura de carácter optativo en 5º curso con un total de 6 créditos que se denomina Robótica y Visión por Computador. En esta asignatura se recogen los principales algoritmos de procesamiento digital de imágenes, detección de bordes, segmentación, reconocimiento, etc.

2.2 Docencia en 3º ciclo

Habitualmente es en la docencia de 3º ciclo dentro de los diferentes programas de doctorado donde se han ido impartiendo temas específicos de visión por computador. En concreto en la Universidad Miguel Hernández se imparte un programa de doctorado desde el curso 1998/99 titulado 'Tecnologías Industriales' en el que se incluyen diferentes seminarios con un alto contenido en visión por computador. Dentro de este programa de doctorado se desarrollan dos seminarios optativos con un contenido completo en visión:

- Procesamientos Avanzados en Visión Artificial. Este seminario se encuentra dirigido a los alumnos que ingresan en el 3º ciclo y que desean adquirir conocimientos específicos de visión por computador pero que no han recibido nunca ningún tipo de docencia relacionado con esta materia. Por este motivo parte de unos conocimientos nulos en visión por computador permitiendo al alumno adquirir de una forma rápida y progresiva estos conocimientos.
- Visión 3D. Este seminario es complementario del anterior. Los alumnos que se matriculan en el mismo deben poseer conocimientos básicos de procesamientos, algoritmos y técnicas de visión artificial para poder seguir el mismo de una forma eficiente. En el mismo se imparten los diferentes contenidos relacionados con la adquisición de información tridimensional de la información de la escena de trabajo mediante el uso de sistemas de visión.

Además de estos seminarios con un contenido integral en visión artificial, se imparten otros seminarios donde

se introducen temas colaterales de visión artificial. Entre los mismos merece la pena destacar el seminario 'Robótica Inteligente' donde se imparten contenidos de control visual en donde la componente de visión por computador juega un papel fundamental.

2.3 Proyecto Fin de Carrera

Quizás es en la realización del Proyecto Fin de Carrera donde los alumnos que realizan el mismo dentro del ámbito de la Visión Artificial tienen un contacto más directo con estos conocimientos. Esto es debido al carácter integrador del proyecto fin de carrera donde el alumno se enfrenta a un problema determinado que debe resolver mediante la aplicación de diferentes técnicas de visión por computador. No obstante, es evidente que no todos los alumnos realizan su proyecto fin de carrera con contenidos de visión por computador. En la actualidad aproximadamente se realizan alrededor de 5-10 proyectos fin de carrera al año dentro de la temática de visión por computador.

3. PRÁCTICAS DE VISIÓN ARTIFICIAL

En este apartado se ofrecerán algunos datos acerca del tipo, número y características de las prácticas realizadas en las diferentes asignaturas con contenido de visión por computador.

3.1 Equipos disponibles

Para la realización de prácticas, los alumnos cuentan con un amplio abanico de equipos diferentes. En cuanto a sistemas de adquisición de imágenes, los alumnos disponen de un sistema de adquisición dotado con diferentes cámaras (figura 1):

- Cámaras EVI-D31 de Sony: Son cámaras motorizadas de forma que se puede controlar el pan, tilt y el zoom a voluntad.
- Cámara de color: se dispone de cámaras de color estándar PAL, y una cámara RGB con 3CCDs (Sony XC-003P).
- Cámaras monocromo progresivas : se dispone de dos cámaras de monocromo miniatura progresivas JAI MV536 para captura de imágenes en movimiento.



Figura 1: Cámaras para la adquisición de imágenes

De igual forma se dispone de una mesa de adquisición de imágenes con diferentes sistemas de iluminación donde los alumnos pueden realizar prácticas de adquisición de imágenes variando las condiciones de iluminación sobre el entorno. Entre los sistemas de iluminación disponibles se encuentran (figura 2):

- Fluorescentes con reactancias electrónicas
- Sistema de iluminación a contraluz
- Sistema de iluminación mediante fibra óptica difuso y anular.

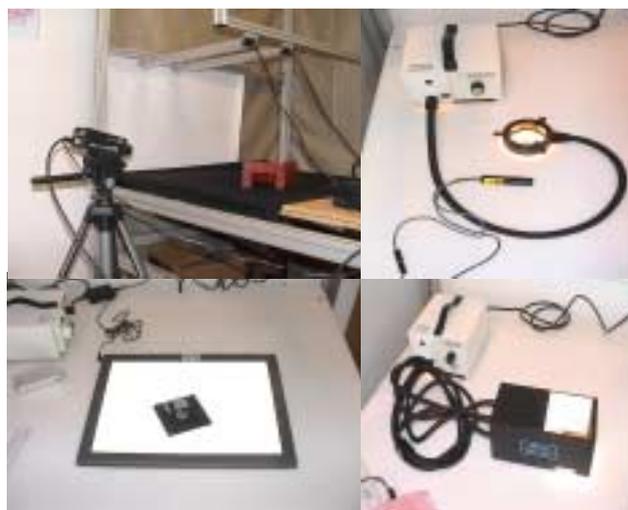


Figura 2: Mesa de adquisición y sistemas de iluminación

Para la adquisición de las imágenes se cuenta con diferentes tarjetas de adquisición y procesamiento de imágenes:

- Matrox Meteor: permite la captura de hasta 4 canales de video analógico estándar y no estándar (cámaras progresivas)
- Matrox Genesis : se trata de una potente tarjeta de adquisición y procesamiento de imágenes que permite ejecutar en tiempo real los algoritmos de procesamiento de imágenes.
- Servidor de video Axis 2400: se trata de un dispositivo empotrado que permite la captura de cuatro fuentes de video analógico (color) y su

distribución a través de internet utilizando el protocolo HTTP (figura 3). Este equipo está integrado en el sistema TITERE comentado posteriormente.



Figura 3: Servidor de video Axis 2400

Con estos dispositivos los alumnos pueden observar cómo se adquieren diferentes imágenes provenientes de diferentes captadores. Asimismo se enfrentan con la necesidad de tener que adquirir una imagen desde un elemento no estándar.

Sin embargo, y dado que las prácticas se realizan en grupos de alrededor de 30 alumnos la mayor parte de las prácticas se efectúan a través del sistema TITERE [1]. Este sistema permite la realización de diferentes prácticas de visión por computador a través de internet, controlando los elementos de iluminación, posicionamiento de piezas y captura de imágenes. De esta forma las prácticas se realizan en un aula de informática donde cada alumno dispone de un ordenador que tiene acceso al sistema TITERE (figura 4).

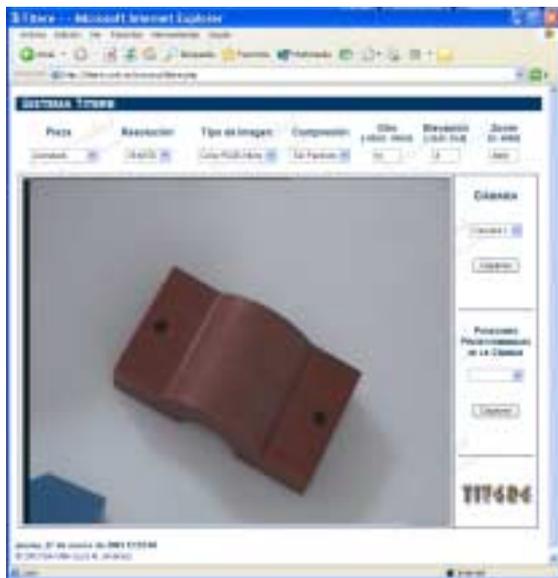


Figura 4: Adquisición de imágenes mediante el sistema TITERE

3.2 Realización de prácticas en simulación

El sistema TITERE incluye un software gráfico desarrollado en Java que permite el diseño de algoritmos de visión artificial mediante una sencilla interconexión de bloques. Esto permite a los alumnos centrarse en la comprensión de las características y efectos de los diferentes algoritmos sin preocuparse de su implementación (figura 5).

La aplicación está disponible en los dos servidores web TITERE instalados: (UMH) <http://titere.umh.es> [6], (UPM-ETSII) <http://titere.disam.upm.es>. Esta aplicación se puede ejecutar tanto de forma remota como en modo local pudiendo acceder a la captura de imágenes reales.

Las prácticas realizadas mediante este sistema están disponibles en los servidores web y se estructuran en los siguientes contenidos:

- *Práctica 1: Filtrado del ruido en una imagen*
- *Práctica 2: Detección de bordes presentes en una imagen*
- *Práctica 3: Procesamiento de imágenes en color*
- *Práctica 4: Segmentación, localización y reconocimiento de piezas*
- *Práctica 5: Análisis de la Metalografía*
- *Práctica 6: Detección de defectos en placas de circuitos impresos*
- *Práctica 7: Segmentación de imágenes por umbralización automática en imágenes en blanco y negro*

Algunas prácticas utilizan imágenes reales captadas con el sistema TITERE [9], otras utilizan imágenes predefinidas y tratadas con diferentes ruidos. Algunas prácticas incluyen un cuestionario con una evaluación automática a través de Internet para que el alumno verifique si ha alcanzado los objetivos planteados en la práctica.

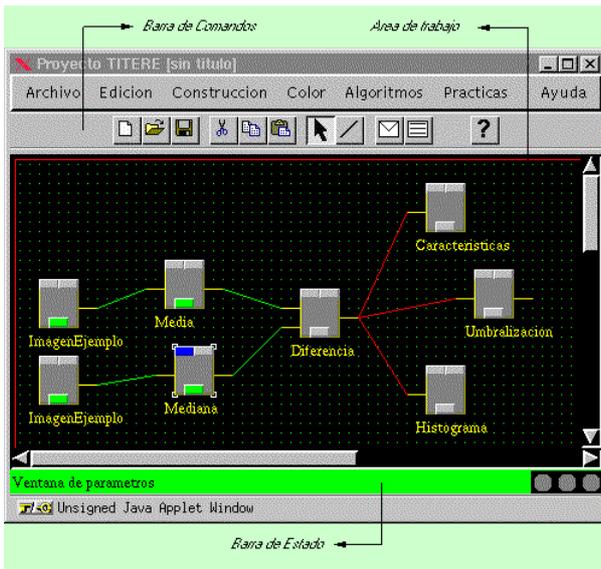


Figura 5: Aplicación TITERE

3.3 Realización de prácticas con sistemas reales

Adicionalmente a las prácticas realizadas mediante simulación en un computador se han realizado también prácticas utilizando sistemas físicos reales donde el alumno debe implementar los algoritmos de visión artificial en tiempo real.

Para estas prácticas se utilizan cuatro pequeños robots móviles equipados con cámara en color de baja resolución (160x160 píxeles) (figura 6).

El objetivo de estos talleres prácticos es la implementación de algoritmos de control visual para seguimiento de objetos mediante el robot móvil. Se estructura en cuatro talleres:

- *Taller 1 Introducción al Eyebot:* presenta la programación y descarga de software en el microcontrolador.
- *Taller 2 Captura y Procesamiento de Imágenes de la Cámara.:* describe la librería de procesamiento de imágenes
- *Taller 3 Control de los Motores:* describe la programación de los sistemas de accionamiento del robot
- *Taller 4 Control Visual:* describe algoritmos de control visual y plantea las tareas a realizar por cada grupo (figura 7)

Todo el material tanto de documentación como de software necesario está disponible para el alumno en la página web de la asignatura.



Figura 6: Robots móviles Eyebot

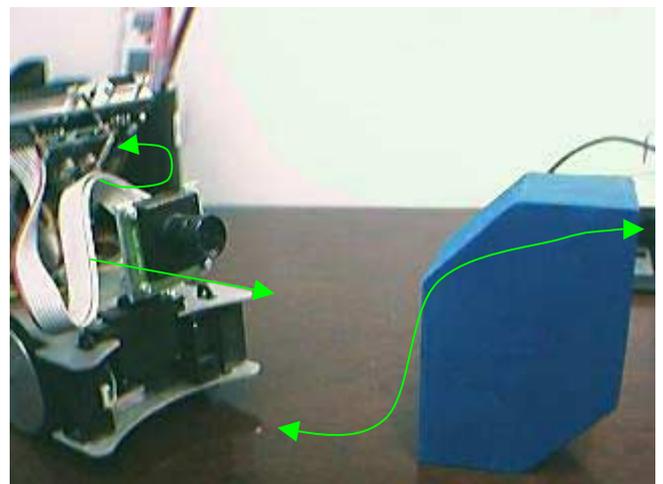


Figura 7. Práctica de control visual de robots

3.4 Documentación de las asignaturas

Todo el material necesario para cursar la asignatura es ofrecida al alumno a través de Internet, centralizándose en la página web del curso (<http://lorca.umh.es/isa/es/>) [7]. En este servidor web se incluye tanto la información académica sobre el curso, como la documentación en forma de transparencias, tutoriales, software utilizado y recursos en Internet relacionados.

Las prácticas de Visión Artificial pueden ser realizadas por el alumno de forma remota a través del sistema TITERE que les permite interactuar con los sistemas físicos reales.

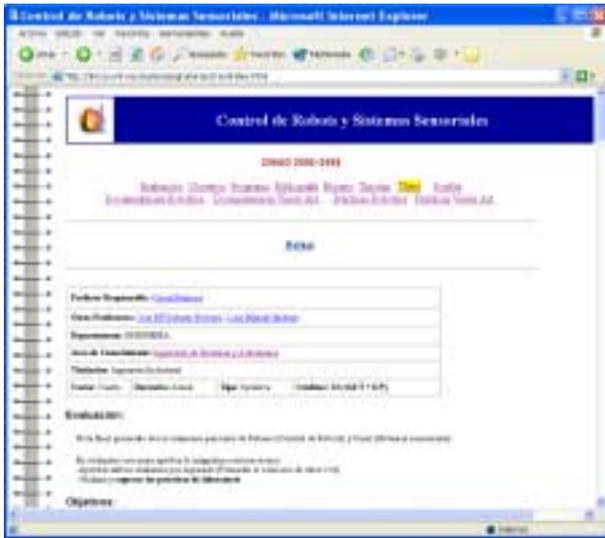


Figura 8: Página web de la signatura

4. EVALUACIÓN DOCENTE

En las diferentes asignaturas de 1º y 2º ciclo que imparte el área de conocimiento de Ingeniería de Sistemas y Automática con contenido de visión artificial (Control de Robots y Sistemas Sensoriales, y Robótica y Visión por Computador), la evaluación de las mismas se realiza mediante una ponderación de las prácticas realizadas y de una prueba escrita al finalizar la asignatura. La prueba se encuentra dividida en dos partes: una parte con preguntas concretas tipo test, y una segunda parte con ejercicios teórico-prácticos a desarrollar.

4.1 Estadísticas de aprobados

Durante estos dos últimos cursos 2000/01 y 2001/02 las estadísticas de los alumnos matriculados en la asignatura de Control de Robots y Sistemas Sensoriales vienen reflejadas en la Tabla 2. Como se puede observar existe un alto índice de aprobados tanto en la convocatoria de julio como en la de septiembre.

4. CONCLUSIONES

En este artículo se ha presentado una revisión de las principales características docentes que se llevan a cabo en la Universidad Miguel Hernández en cuanto a la impartición de contenidos docentes en el ámbito de la visión artificial. Se ha realizado un estudio pormenorizado del número y tipo de asignaturas en las que se desarrollan contenidos de visión, así como el tipo, número y características de las prácticas. También se han presentado los equipos disponibles para la realización de las mismas tanto de forma presencial como a través de Internet. Por último se han reflejado

algunos de los resultados alcanzados por los alumnos que han cursado las diferentes asignaturas.

REFERENCIAS

- [1] J. M. Sebastián y otros, "Proyecto TITERE. realización de prácticas de laboratorio en puestos de trabajo remotos mediante la transmisión de imágenes por red telefónica conmutada", Jornadas de Automática 1998.
- [2] O. Reinoso, "Proyecto Docente Control de Robots y Sistemas Sensoriales", Universidad Miguel Hernández, 1998.
- [3] G. Pajares y J. M. De la Cruz, "Visión por Computador", Editorial Ra-Ma, 2001.
- [4] J. González Jiménez, "Visión por Computador", Editorial Paraninfo, 1999.
- [5] A. De la Escalera, "Visión por Computador", Editorial Prentice-Hall, 2001.
- [6] Página web <http://titere.umh.es>. Sistema Titere
- [7] Página web <http://lorca.umh.es/isa/es> . Pagina web de la signatura
- [8] J. González Jiménez, "Remote-access education based on image acquisition and processing through the Internet", IEEE Transactions on Education 46 (1), 142-148, 2003.