

[www.cibereduca.com](http://www.cibereduca.com)



**V Congreso Internacional Virtual de Educación**  
**7-27 de Febrero de 2005**

## **WEBCAMS COMO EQUIPO DE PRÁCTICAS EN ASIGNATURAS DE VISIÓN ARTIFICIAL Y RECONOCIMIENTO DE PATRONES**

Cesar Fernández,  
M. Asunción Vicente  
Ramón Ñeco

Departamento de Ingeniería de Sistemas Industriales  
División de Ingeniería de Sistemas y Automática  
Universidad Miguel Hernández  
Elche (Alicante), España

## **Resumen**

*Se presenta una propuesta de programa práctico, atrayente y de bajo coste, para asignaturas de Visión Artificial y Reconocimiento de Patrones. Las prácticas se centran en el procesamiento y reconocimiento de imágenes faciales que los propios alumnos capturan en clase. El único equipo requerido es una webcam por cada puesto de trabajo. Otros enfoques más tradicionales de asignaturas similares utilizan imágenes almacenadas en bases de datos, o bien disponen de equipos de alto coste para la captura de imágenes pero que no son utilizados directamente por los alumnos. Algunas universidades permiten el acceso a los equipos de prácticas a través de Internet, pero esto limita el tipo de prácticas a realizar, que normalmente se reducen a la captura de imágenes de objetos situados sobre una mesa bajo una iluminación controlada. Las prácticas propuestas permiten el manejo directo del equipo por parte del alumno, posibilitan la realización de experimentos más variados y resultan más motivadoras. Actualmente este programa se emplea en una asignatura de 5º curso de Ing. de Telecomunicación en la Universidad Miguel Hernández.*

## **Palabras clave**

Educación, Nuevas tecnologías, Motivación para el aprendizaje, Visión Artificial, Reconocimiento de Patrones

## **Introducción**

Las asignaturas de visión artificial o visión por computador deberían resultar atrayentes para los alumnos de las diferentes titulaciones técnicas, dado que versan sobre nuevas tecnologías con innumerables aplicaciones prácticas. Sin embargo, los métodos utilizados normalmente para impartir tales asignaturas hacen que el interés de los alumnos sea menor del esperado.

En general, la carga teórica es elevada; dado que se explican a bajo nivel múltiples algoritmos de procesamiento de imágenes: convoluciones, transformadas, operadores de morfología matemática, de detección de contornos, crecimiento de regiones, etc. Los temarios habituales de estas asignaturas incluyen un número de horas de teoría excesivo, sobre todo para una titulación técnica.

En cuanto a las prácticas, existen múltiples posibilidades que permiten limitar el coste, pero que no siempre dan los resultados adecuados.

La primera opción es utilizar imágenes almacenadas en una base de datos para probar los algoritmos. De este modo, el único equipamiento requerido es un ordenador con suficiente potencia de procesamiento. El problema fundamental de esta metodología es que todos los conceptos relacionados con la captura de las imágenes son ignorados; y tales conceptos son muy relevantes para una asignatura de visión por computador en una titulación técnica: la importancia de las condiciones de adquisición de las imágenes y de la iluminación, la posible falta de repetibilidad de los resultados en aplicaciones reales, etc. Por tanto, debe quedar descartada una programación de prácticas en la que no se incluya la captura de imágenes reales.

Otra opción es la utilización de equipamiento industrial: cámaras de video basadas en tecnología CMOS o CCD conectadas a una tarjeta de adquisición de imágenes que se debe instalar en el ordenador. Tal es el equipamiento utilizado en la mayor parte de las aplicaciones reales de la visión artificial. El problema que plantea esta solución es el elevado coste que representa: es inviable equipar todos los ordenadores de un aula con equipos como los mencionados, y normalmente se recurre a la adquisición de una sola unidad y a la utilización en forma de demostración realizada por el profesor. El resultado es una falta de trabajo personal por parte del alumno, lo cual es inadecuado para el correcto aprovechamiento de las prácticas.

Como posible solución a la situación anterior, también cabe la posibilidad de utilizar un único equipo pero permitir el acceso al mismo a través de internet, de modo que todos los alumnos puedan utilizarlo, tanto desde sus hogares como desde las aulas informáticas de la Universidad. Es el caso, por ejemplo, de la propuesta presentada en [Gar03]. Estos sistemas representan una ventaja importante respecto del método basado en demostraciones realizadas por el profesor, pero aún así existen limitaciones importantes. En general, se dispone de un montaje basado en una mesa giratoria que permite situar diferentes objetos frente a la cámara y de varios tipos de iluminación seleccionables. No obstante, hay ciertos problemas: imposibilidad de acceso simultáneo de varios alumnos, falta de manejo directo de los equipos, limitación en el número de objetos distintos a utilizar, etc.

De acuerdo con los problemas anteriormente presentados, se propone una metodología que, manteniendo un coste reducido, permite la utilización directa y simultánea de los equipos por parte de los alumnos y también evita la limitación en cuanto a la variabilidad de las imágenes a capturar para realizar los procesamientos.

## **Propuesta**

La metodología propuesta centra las prácticas de la asignatura en el procesamiento y reconocimiento de caras. Las ventajas de este tipo de prácticas son múltiples:

- Es posible aplicar gran parte de los contenidos teóricos del curso: desde procesamientos básicos hasta reconocimiento, todas estas operaciones se pueden realizar sobre imágenes faciales.
- Representa una aplicación práctica real de la visión artificial, actualmente en desarrollo y posiblemente empleada en multitud de entornos en un futuro próximo.
- Es novedoso y llamativo para los alumnos.
- Permite utilizar tanto imágenes almacenadas como imágenes capturadas por los propios alumnos mediante equipos de bajo coste, con los que se puede dotar a cada uno de los ordenadores del aula: tales equipos son webcams o cámaras de videoconferencia, como la

mostrada en la figura 1. De este modo, se fomenta la participación en clase y se evita la pasividad.



*Figura 1: Detalle de una de las webcams utilizadas para el desarrollo de las prácticas*

En resumen, las prácticas se centran en la creación de una base de datos de caras y el posterior trabajo sobre la misma. La base de datos la crean los propios alumnos, capturando imágenes de ellos mismos. De este modo, comprueban sobre un entorno real la dificultad que representa conseguir imágenes adecuadas para los procesamientos posteriores: tanto por homogeneidad de las dimensiones y el posicionado, como por la iluminación, el enfoque, etc. Una vez creada la base de datos, el objetivo último es desarrollar un sistema de reconocimiento de caras que permita, por ejemplo, controlar el acceso a un ordenador. Para ello es necesario solventar una gran cantidad de problemas intermedios que permiten poner en práctica la mayor parte de los procesamientos explicados en las clases de teoría.

En el apartado próximo se detallan las prácticas que, en concreto, se programan en la asignatura de reconocimiento de patrones de la Universidad Miguel Hernández; no obstante, cabrían otras múltiples posibilidades utilizando este mismo equipamiento.

### **Ejemplo de programa de prácticas**

El programa utilizado en la asignatura de reconocimiento de patrones de la Universidad Miguel Hernández se compone de cuatro prácticas y un trabajo o proyecto final a realizar por los alumnos.

La primera práctica consiste en la captura de imágenes reales. En ella, se crea una base de datos de imágenes de los alumnos, capturadas en el propio aula. Los alumnos han de capturar 20 imágenes de los rostros de cada uno de ellos y luego realizar un procesamiento básico que permita utilizar las imágenes adecuadamente: centrado, corrección de orientación, homogeneización de tamaño, ecualización de histograma, etc. Este procesamiento básico se realiza utilizando Matlab [Mat] dado que es un lenguaje de programación conocido para los alumnos y que permite un desarrollo rápido de aplicaciones simples; no obstante, cualquier otro lenguaje de programación podría ser utilizado. La figura 2 muestra algunos ejemplos de las imágenes capturadas por los alumnos tras su procesamiento previo.

En la figura se puede observar cómo, por cada alumno, se capturan diversas imágenes (concretamente seis) con orientaciones y expresiones ligeramente distintas, añadiendo

variabilidad a la representación de cada sujeto perteneciente a la base de datos. De este modo, será posible conseguir que los algoritmos de reconocimiento funcionen adecuadamente, dado que el objetivo es reconocer a un alumno con independencia de su postura o gesto.

En la segunda práctica, el objetivo es el estudio del algoritmo de un sistema de reconocimiento de caras basado en el Análisis de Componentes Principales [Tur91]. Los alumnos disponen del algoritmo de reconocimiento, explicado con anterioridad en clase de teoría, en código Matlab y preparado para funcionar con las caras de los pilotos de motociclismo<sup>1</sup> que aparecen en la figura 3 (base de datos de ejemplo). Se pretende que el alumno estudie con detalle el funcionamiento del algoritmo de reconocimiento para que luego sea capaz de modificarlo en la siguiente práctica y en el proyecto final que tendrá que realizar. En este tipo de asignaturas muy especializadas y optativas, el estudio del algoritmo puede ser algo tedioso para los alumnos, por lo que se pretende motivar al alumno trabajando con datos más amenos que los conocen de los libros de teoría.

En la figura aparecen tanto las imágenes originales como los resultados de la reconstrucción de las mismas utilizando un número diferente de componentes, y es posible apreciar cómo el error de reconstrucción disminuye cuando el número de componentes aumenta (el gráfico de barras de la derecha aporta esta información).

---

<sup>1</sup> Los pilotos de las imágenes son de izquierda a derecha: Valentino Rossi, Sete Gibernau, Dani Pedrosa, Jorge Lorenzo, Loris Capirossi, Max Biaggi, Toni Elías, Roberto Rolfo y Manuel Poggiali



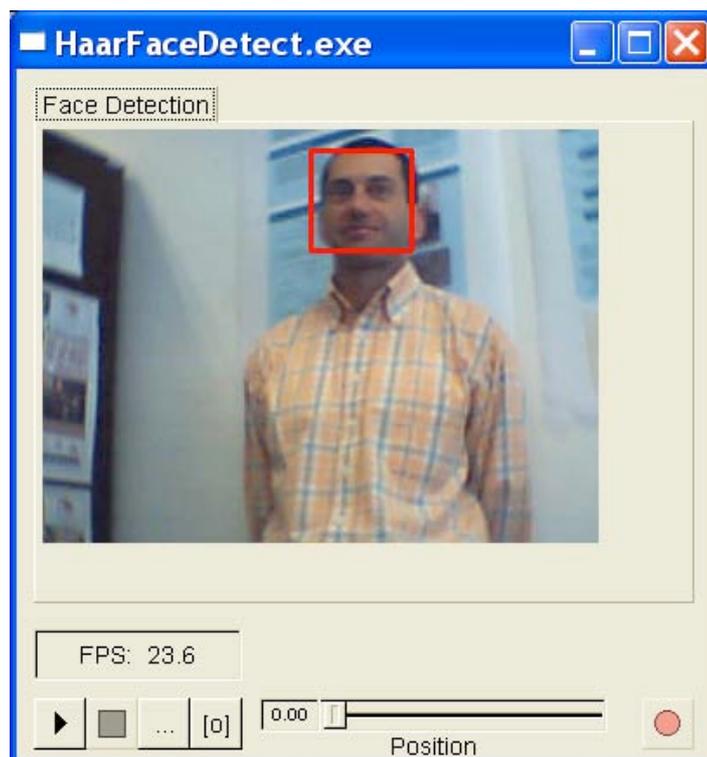
*Figura 2: Ejemplos de las imágenes de caras capturadas por los alumnos y procesadas en Matlab*



Figura 3: Figura resumen de la práctica 3 que ilustra el proceso de PCA. Arriba, la primera fila recoge las imágenes en color de 9 conocidos pilotos de motociclismo, y son las imágenes de entrada utilizadas para generar el eigespacio. En la segunda fila, se muestran los ocho eigenvectores obtenidos y la imagen media. En el resto de filas se muestran las reconstrucciones junto con su error de reconstrucción.

La tercera práctica pretende que el alumno modifique el código de la práctica 2 para que haga uso de las imágenes de caras tomadas por ellos mismos en la primera sesión de prácticas y de esta forma, validen el funcionamiento del sistema de reconocimiento que están estudiando. En ocasiones, los alumnos necesitarán capturar de nuevo las imágenes para corregir posibles defectos de iluminación, orientación, centrado, etc.; de este modo comprueban por sí mismos la importancia de controlar las condiciones de captura para el correcto funcionamiento de los algoritmos. La posibilidad de capturar de nuevo las imágenes en caso de necesidad es una de las ventajas que conlleva la utilización de equipos de bajo coste, y es una de las razones por las que se opta por la utilización de webcams en lugar de equipos más sofisticados.

Por último, en la cuarta práctica los alumnos han de estudiar otro tipo de algoritmo diferente, un detector de caras humanas en entornos complejos basado en la transformada de Haar [Vio01][Lie02]. Este tipo de algoritmos son empleados como primer paso en los sistemas de reconocimiento basados en imagen: en primer lugar se localiza la zona o zonas de la imagen que contienen caras; y en segundo lugar se estudia cada una de esas zonas para identificar al sujeto correspondiente, utilizando algoritmos similares a los empleados en las prácticas 2 y 3. En concreto, los alumnos han de utilizar un algoritmo ya programado en lenguaje C y hacer uso de una librería de procesamiento de imágenes estándar, la librería OpenCV de Intel [Int]. La figura 4 muestra un detalle de la aplicación de detección de caras humanas de la librería OpenCV. Al igual que en la práctica 2, en esta última práctica se pretende motivar al alumno para el estudio del algoritmo realizando prácticas atractivas.

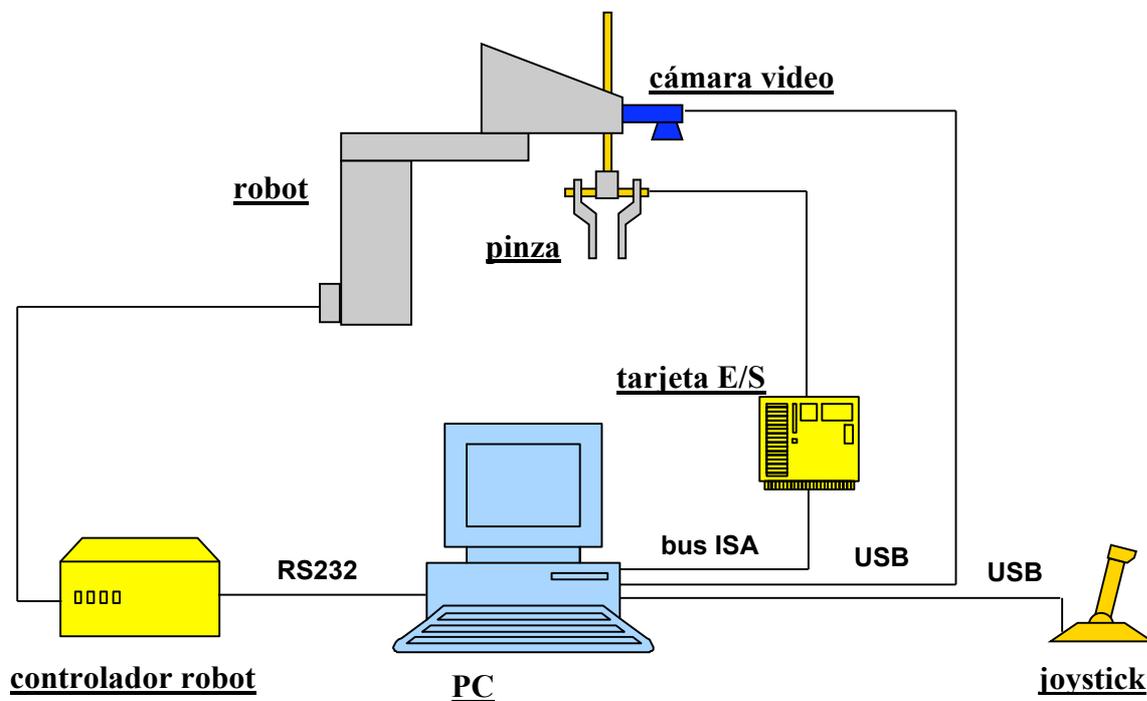


*Figura 4: Detalle de la aplicación de detección de caras humanas de la librería OpenCV.*

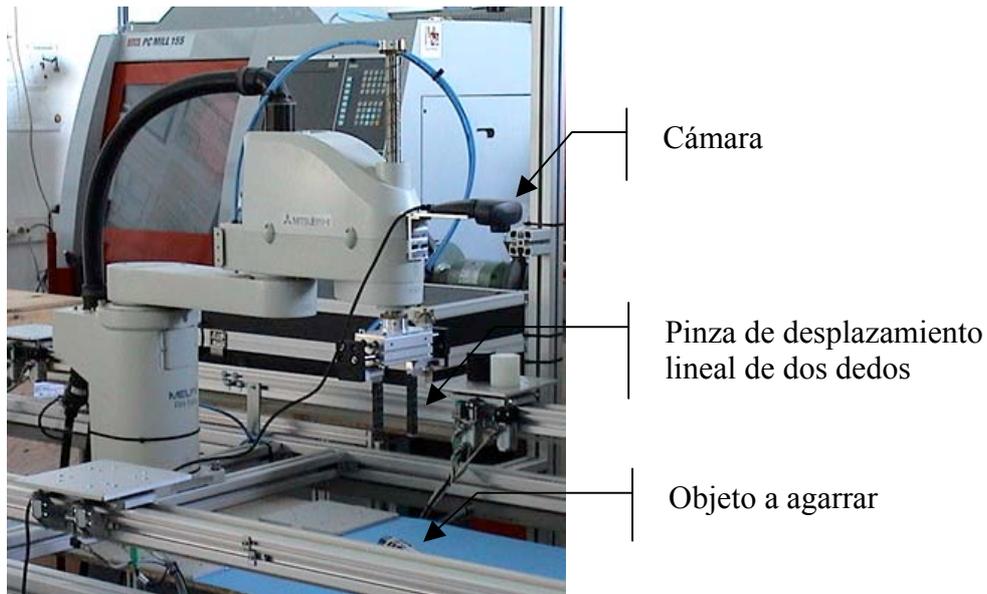
Dado que la asignatura que se imparte en la Universidad Miguel Hernández engloba tanto el reconocimiento de patrones como la inteligencia artificial, se realizan otras 4 prácticas más no relacionadas con la visión por computador sino con el aprendizaje automático. Estas prácticas adicionales se realizan sobre el entorno Weka de Data Mining [Wit00], y en algunas de ellas se

utilizan los datos generados en la primera parte de la asignatura (atributos obtenidos sobre las imágenes faciales) para probar el funcionamiento de diferentes clasificadores (redes neuronales, árboles de decisión, vecino más cercano, etc.). Otras de las prácticas se centran en la aplicación de técnicas de aprendizaje automático en el campo de la robótica. En concreto, se trabaja sobre un sistema de aprendizaje automático de agarre de objetos a partir de imágenes de video; y el objetivo de los alumnos es probar el funcionamiento de diversos algoritmos de aprendizaje y comparar los resultados. El esquema utilizado se muestra en la figura 5, y el aspecto del entorno real sobre el que trabajan los alumnos se muestra en la figura 6.

Como método de evaluación de las prácticas se propone un trabajo o proyecto final para los alumnos. El proyecto consiste en la programación de un sistema de acceso a un ordenador a partir de la imagen del usuario. Este trabajo obliga a desarrollar los algoritmos de visión artificial explicados durante el curso y permite utilizar distintos lenguajes de programación. El nivel de sofisticación del trabajo puede ser mayor o menor en función del interés del alumno, y la evaluación es, por tanto, sencilla.



*Figura 5: Esquema del sistema de aprendizaje de agarres utilizado en la segunda parte de la asignatura.*



*Figura 6: Entorno real de aprendizaje de agarres robóticos empleado por los alumnos.*

### **Contexto donde se aplica la metodología**

La metodología propuesta se aplica actualmente en la asignatura ‘Inteligencia Artificial y Reconocimiento de Patrones’ [Iarp] de la Universidad Miguel Hernández [Umh]. Se trata de una asignatura optativa de 5º curso de Ingeniería de Telecomunicación, con lo cual es muy importante captar el interés de los alumnos y ofrecer unos contenidos lo más cercanos posibles a aplicaciones reales (es el último curso de la carrera).

### **Conclusiones**

Los métodos tradicionales de enseñanza de asignaturas de visión artificial no extraen toda la potencialidad de tales asignaturas, que podrían ser mejor aprovechadas y resultar más interesantes para los alumnos.

Los principales factores que permiten que la asignatura resulte atrayente son: la programación de suficientes sesiones prácticas; el manejo directo de equipos de prácticas por parte de los alumnos; y la orientación de las prácticas hacia aplicaciones reales y, si es posible, tecnológicamente avanzadas.

Los factores anteriormente mencionados se pueden combinar con un bajo coste de los equipos mediante una propuesta como la realizada en el presente trabajo: utilización de webcams como equipo de prácticas y utilización de las propias imágenes faciales de los alumnos para crear la base de datos sobre la que probar los procesamientos de imágenes y desarrollar los algoritmos de reconocimiento.

### **Referencias**

[Int] Intel Open Source Computer Vision Library.  
<<http://www.intel.com/research/mrl/research/opencv/>>

[Gar03] García, A., Jiménez, L., Puerto, R., Sebastián, J.M., Sistema Títere: Realización de prácticas de visión por computador a través de Internet, *Workshop EPAV'03, Education and Practice in Artificial Vision*, Palma de Mallorca, 2003.  
<<http://titere.disam.etsii.upm.es>>

[Iarp] Inteligencia Artificial y Reconocimiento de Patrones.  
<<http://lorca.umh.es/isa/es/asignaturas/iarp/>>.

[Lie02] Lienhart, R. and Maydt, J., An extended set of Haar-like features for rapid object detection, Proc. of ICIP'02, vol.1, pp 900-903, 2002.

[Mat] The Mathworks.  
<<http://www.mathworks.com/>>

[Tur91] Turk, M. and Pentland, A., Eigenfaces for recognition, *Journal of Cognitive Neuroscience*, vol. 3, no. 1, pp.71-86,1991.

[Umh] Universidad Miguel Hernández.  
<<http://www.umh.es>>.

[Vio01] Viola, P. and Jones, M., Rapid Object detection using a boosted cascade of simple features, Proc. of CVPR'01, vol. 1, pp. 511-518, 2001.

[Wit00] Witten, I.H., Frank, E., *Data Mining: Practical Machine Learning Tools with Java Implementations*. Morgan Kaufmann, San Francisco, 2000.

©CiberEduca.com 2005

La reproducción total o parcial de este documento está prohibida  
sin el consentimiento expreso de/los autor/autores.  
CiberEduca.com tiene el derecho de publicar en CD-ROM y  
en la WEB de CiberEduca el contenido de esta ponencia.

**® CiberEduca.com es una marca registrada.**  
**©™ CiberEduca.com es un nombre comercial registrado**