

# **Desarrollo de Aplicaciones Educativas con Software Matlab Enfocado al Procesamiento Digital de Imagen**

Mg. Ing. Gastón Peretti, Ing. Leonardo Depetris, Leandro Alegre, Lorenzo Depetris

Grupo de Investigación y Desarrollo Electrónico - Departamento de Ingeniería Electrónica. Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco  
San Francisco, Córdoba, Argentina  
gastonperetti@gmail.com, leodepetris@gmail.com, leogmx150@gmail.com, depetrislorenzo1@gmail.com

## **Resumen**

El área de estudio trata de dar un nuevo enfoque al software Matlab, haciendo hincapié en su capacidad de crear herramientas destinadas a aplicaciones particulares.

Se utiliza una cámara web como único elemento externo para la adquisición de datos: imágenes y video. Planteado como un proyecto educativo, se comienza el estudio analizando imágenes desde una PC o la cámara y procesarlas mediante diversas operaciones. Luego se pasa a un segundo desarrollo, capaz de generar un código bidimensional de datos y posteriormente, recuperar los datos encriptados. Finalmente, se propone el desarrollo de una aplicación encargada de tomar una imagen de un elemento en una cinta transportadora y analizar su color. Luego de realizar el estudio, la programación y armado de un prototipo que facilite los ensayos se concluye exitosamente, aunque existen ciertos errores en el caso de la cinta transportadora, en la identificación de la forma del objeto presente.

**Palabras clave: Matlab, imágenes, Datamatrix, educación, programación.**

## **Contexto**

El proyecto tiene su origen como una herramienta para los desarrollos relacionados al procesamiento digital de imágenes propio del Grupo G.I.D.E. de la carrera de Ingeniería Electrónica, pero debido a que, actualmente, el software Matlab en la carrera solo se incluye para cálculos (funciones de transferencia, filtros, aplicaciones en control), y al potencial del mismo para desarrollos en ésta u otras ramas de la ciencia es que se plantea su inserción en alguna cátedra relacionada a la programación o control.

## **Introducción**

Hasta hace pocos años la comunidad de procesamiento de imágenes era un grupo relativamente pequeño de personas, las cuales tenían acceso a herramientas muy caras o bien se caracterizaban por ser expertos en algún lenguaje de programación. Actualmente existe una gran cantidad de librerías que facilitan el

proceso de diseño del sistema de procesamiento de imagen. Matlab es un programa que permite realizar cálculos técnicos y científicos, con una gran cantidad de funciones implementadas para diferentes disciplinas. Ya que la unidad de procesamiento es la matriz, por lo que su utilización en el procesamiento de imágenes es una extensión natural de su lenguaje de programación; si bien no tiene tantas posibilidades como otros lenguajes, cuenta con las estructuras básicas: bucles, bifurcaciones, lectura, escritura de variables, que permiten hacer programas de un cierto nivel de complejidad.

Por su parte, para adentrarnos en los conceptos de procesamiento de imagen, podemos definir:

*Visión por computadora:* todo intento enfocado al desarrollo de algoritmos que traten de lograr que una máquina simule hasta cierto grado el proceso de visión biológico.

*Reconocimiento de patrones:* obtención de información a partir de los procesos de segmentación, extracción de características y descripción donde cada objeto queda representado por una colección de descriptores. El sistema de reconocimiento debe asignar a cada objeto su categoría o clase (conjunto de entidades que comparten alguna característica que las diferencia del resto).

Tal como se menciona en el Resumen, uno de los desarrollos consiste en la generación y posterior interpretación de una matriz de datos (datamatrix). Desde

hace décadas, los productos son identificados globalmente mediante un código de barras, basado en la representación mediante un conjunto de líneas paralelas verticales de distinto grosor y espaciado que en su conjunto contienen una determinada información, es decir, las barras y espacios del código representan pequeñas cadenas de caracteres. Partiendo de esta idea, podría dividirse el código en filas, aumentando la cantidad de información en un mismo espacio utilizado.

Las aplicaciones para este sistema son extensas, derivando principalmente de los códigos de barras. En la industria, se los puede tener adherido a insumos o bien productos terminados, asegurando así que cada uno reciba un único código que lo identifique de las demás; En este caso permitiría gestión de stock y almacenamiento, obteniendo la información necesaria de un objeto con solo el uso de una cámara y una PC, por ejemplo indicando el tipo de objeto, su cantidad disponible, peso, tamaño, o bien, como trazabilidad de productos fabricados, ya que en el código podría indicarse la fecha o el número de lote, y así poder determinar posibles futuras fallas de otros productos del mismo lote. Otra aplicación posible sería su uso como identificación de personal, como una tarjeta identificadora. También podría utilizarse en robótica, sirviendo como guía en la demarcación de posición para un sistema que incluya visión artificial.

## Líneas de Investigación, Desarrollo e Innovación

Tal como se plantea desde un inicio, al ser un proyecto educativo se tiene en cuenta la implementación de un hardware sencillo que permita las pruebas y ajustes que sean necesarios. Técnicamente, se cuenta con una cámara Genius FaceCam 1000 - 720P High Definition Webcam, conectada a una notebook y el programa utilizado es Matlab 7.8.0 (R2009a). A parte de lo anterior, es necesaria la utilización de soportes que permitan ubicar la cámara según los requerimientos de cada programa desarrollado.

### Operaciones sobre una imagen

Pasando a puramente al proyecto, el primer software desarrollado consiste en seleccionar una imagen y realizar diversas operaciones en ella. A modo de ejemplo se tiene un programa capaz de visualizar una imagen a color y convertirla en una imagen a escala de grises o en blanco y negro. En la Fig. 1, se tiene el entorno que observa el usuario luego de cargar una imagen, la cual se reemplaza por el resultado luego de cada filtro aplicado.

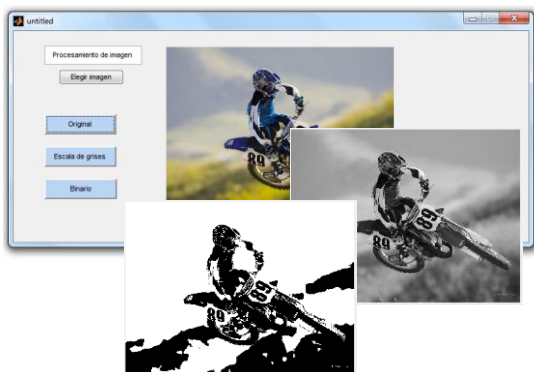


Fig. 1. Interfaz de usuario del software y resultados obtenidos con filtros en Escala de Grises y Blanco/Negro.

Cabe mencionar, que se han analizado otras operaciones, que no están mostradas en el ejemplo; pudiéndose nombrar diversos filtros de detección de contornos, histogramas, etc.

### Generador y lector de una matriz de datos

Como segundo desarrollo, se plantea la “creación” de una imagen a partir de datos, específicamente hablando, caracteres ASCII, para su posterior recupero de los datos aplicando reconocimiento de patrones. La plantilla creada consta de 81 celdas distribuidas en 9 filas y 9 columnas, se toma cada fila para expresar de manera binaria un único carácter ASCII. Para propósitos de reconocimiento, se tiene 1 celda a cada extremo del número digital, que es dejada en blanco (dándole el valor uno); verticalmente, se deja la fila inferior en blanco (nuevamente, con el valor uno). Esta formación queda definida cómo se muestra en la siguiente imagen.

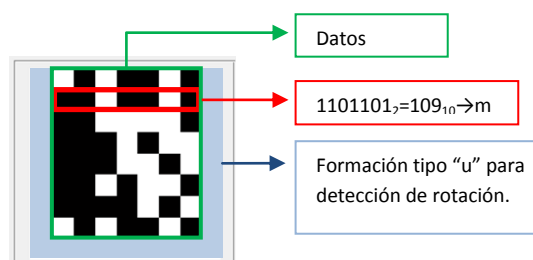


Fig. 2. Estructura de la matriz de datos.

Como podemos ver en la Fig. 3, la Interfaz a usuario cuenta con un espacio en blanco para escribir la cadena de caracteres, que luego de apretar Enter, genera la imagen. La figura inferior corresponde a la interfaz de lectura de la matriz, en la cual el usuario debe posicionar el objeto delante de la cámara,

y el software realiza la captura y decodificación. En la imagen vemos, que a pesar de no ser una captura perfecta, debido a que se observa un pequeño ángulo de giro del código, se logra una correcta interpretación. Cabe aclarar, que la imagen tomada por la cámara es de mayor tamaño y comprende parte del fondo, es debido al software que la imagen se observa recortada. La decodificación se ejemplifica en la Fig. 4.

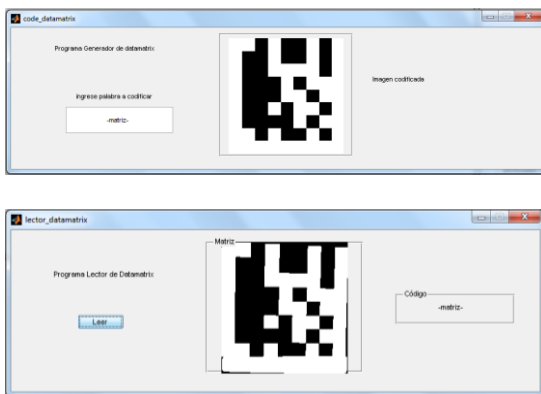


Fig. 3. Interfaz de usuario del software de generación y lectura de la matriz.

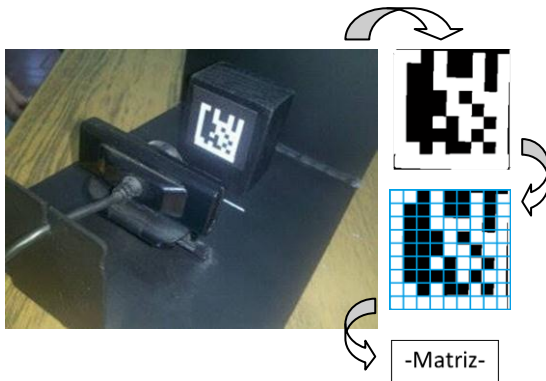


Fig. 4. Lectura de la matriz de datos.

Desde una primera instancia, de manera conjunta al montaje, se pensó la utilización de un fondo monocromático, a efectos de simplificar los algoritmos de detección de los objetos y/o formas. Para ello, se dispuso de manera arbitraria el

uso de un fondo de color blanco con la suposición que los resultados serían idénticos, independientemente del color utilizado. Luego de unos primeros ensayos, se concluye que lo anterior no es cierto, se presentan ciertas diferencias en cuanto a las tonalidades percibidas del objeto. Debido a lo explicado, se propone la utilización de un fondo de color negro, mejorando notablemente la detección. De manera obvia, sin importar qué color se elija, debe evitarse que los objetos sean del mismo color que el fondo, ya que no serían detectados.

### Procesamiento de imagen en una cinta transportadora

Mediante una red de condiciones se determina el color al que corresponde el objeto (rojo, verde, azul, amarillo, celeste, violeta, blanco y gris).

Dada la imposibilidad de mostrar el diagrama de flujo en el que se basa la programación, tenemos en la Fig. 5 el criterio elegido para definir a que color corresponde el objeto.

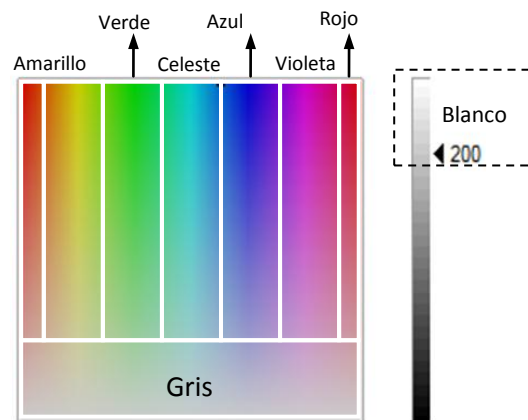


Fig. 5. Criterio de decisión para la evaluación de color.

Como es de esperarse, es necesario obtener automáticamente una foto al pasar el objeto por la cinta transportadora; esto se realiza verificando el valor de un cierto pixel, ubicado aproximadamente en el centro de la imagen, se decide si el objeto está centrado o no en la foto. En la Fig. 6, tenemos lo explicado, con la salvedad que en la imagen aún no se había reemplazado el fondo con el de color negro.



Fig. 6. Objeto en cinta transportadora.

## Resultados y Objetivos

Dada la simplicidad de los algoritmos utilizados en el desarrollo del software y su falta de corrección de errores, el mismo presenta ciertas fallas en la decodificación al ubicarse en un entorno con poca luz o bien luz fluorescente, generando fluctuaciones en las condiciones de luz al capturar la imagen, esto podría solucionarse o disminuir su efecto colocando junto con el dispositivo sensible un circuito realimentado de iluminación, otorgando siempre las mismas condiciones.

En cuanto al procesamiento en la cinta transportadora, desde un inicio se tiene el hecho que la cámara está en modo filmación de manera constante, lo que se

torna poco práctico de implementarse en aplicaciones reales, aunque no presenta inconvenientes para el enfoque educativo dado. Se plantea como mejora al proyecto, la detección de la forma de los objetos en la cinta transportadora, considerando algoritmos elaborados que solucionen problemas relacionados a la deformación generada en la imagen del objeto debido a inclinaciones en la cinta.

## Formación de Recursos Humanos

El proyecto plantea el trabajo en equipo de un grupo de investigadores compuesto por docentes, graduados y alumnos de la Facultad Regional San Francisco.

Si bien se plantea la inclusión de la temática dentro de una cátedra, por el momento se encuentra prevista la realización de difusión de las temáticas desarrolladas en el proyecto, a través de conferencias dictadas por los integrantes del grupo a los alumnos de las carreras de Ingeniería Electrónica, con el objetivo de transferir experiencias y fomentar el interés por la aplicación del Software Matlab y en particular, el procesamiento de imágenes.

## Bibliografía

- [1] Procesamiento digital de imágenes con MATLAB y SIMULINK. Cuevas – Saldívar – Perez, 2010
- [2] Aprenda Matlab 7.0 como si estuviera en primero. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales – Universidad Politécnica de Madrid
- [3] Visión por Computador utilizando Matlab Y el Toolbox de Procesamiento Digital de Imágenes. Cuevas – Saldívar
- [4] MATLAB 7 Getting Started Guide - Programming Fundamentals. MathWorks
- [5] <http://www.datamatrixcode.net>
- [6] [http://es.wikipedia.org/wiki/Matriz\\_de\\_datos](http://es.wikipedia.org/wiki/Matriz_de_datos)

Nota: última visita a cada sitio web el día 25/02/2016