

Construcción de una Interfaz Eléctrica de Salida para Sistemas de Visión Artificial Basados en MATLAB

Juan Reyes Reyes

Departamento de Sistemas y Computación, Instituto Tecnológico de Zacatepec.
e-mail: juanreyesreyes@ieee.org

Abstract. El presente artículo muestra una propuesta para construir señales eléctricas binarias a partir del monitor de una computadora que obtiene y procesa imágenes en línea desde una cámara digital comercial. Este artificio es muy útil al utilizarse el potencial del MATLAB para procesar las imágenes, pero sin la necesidad de adquirir costosas tarjetas de interfaces. Esta propuesta además de ser económica, es útil para la retroalimentación en sistemas de control visual o mecanismos asistidos con visión artificial, por lo que constituye en conjunto una alternativa didáctica o para investigación.

Introducción

Los sistemas de visión artificial constituyen un área de aplicación que está tomando mucho auge debido a lo rápido y poderosas que actualmente son las computadoras. Se pueden encontrar sistemas de visión artificial en fotografías satelitales para la detección de zonas de cultivo, bancos de pesca en el mar, cambios de clima, cambios en las corrientes del mar, en robótica es utilizada para eliminar o reducir el número de sensores¹ y utilizar la información visual para realizar una tarea, a su vez se pueden encontrar varias investigaciones relacionadas con el reconocimiento de rostros², diseño geométrico, análisis médico³ de imágenes o modelado de rostros humanos⁴.

La visión artificial es un tema que se ha hecho mas accesible en términos de implementación, debido a que en los últimos años las cámaras digitales conocidas popularmente como *cámara web* o *cámara USB*, tienen costos cada vez mas bajos en el mercado. Esta situación genera motivación para introducir dentro de los programas de estudio afines a la computación el tema de visión artificial o visión por computadora.

Actualmente llevar a la realidad la un sistema de visión artificial básico y fuera de línea puede ser posible con el MATLAB. Sin embargo, la visión por computadora es un tema que a pesar de ser importante, está tímidamente desarrollado el los programas de estudio a nivel nacional.

Por otra parte el MATLAB es muy cómodo y productivo realizar cursos de procesamiento digital de imágenes o incluso visión artificial utilizando el alto desempeño computacional de este programa de cómputo, por lo que a nivel didáctico y de investigación ofrece una alternativa bastante eficiente.

En el resto de este artículo se muestran los conceptos básicos utilizados en visión por computadora y en control visual, posteriormente se muestra la propuesta para hacer la interfaz de la computadora con el exterior, mediante la construcción de una interfaz bastante económica y de fácil construcción.

Desarrollo: Un sistema de Visión Artificial Utilizando MATLAB

Esta sección se dedicará a explicar un sistema de visión artificial en términos generales y de cómo se puede realizar sobre imágenes tomadas fuera de línea o a intervalos de muestreo en línea, en la parte final se abordará una problemática que será resuelta en la siguiente sección.

Un sistema de visión artificial⁵⁻⁶⁻⁷, tiene las etapas mostradas en la figura 1.

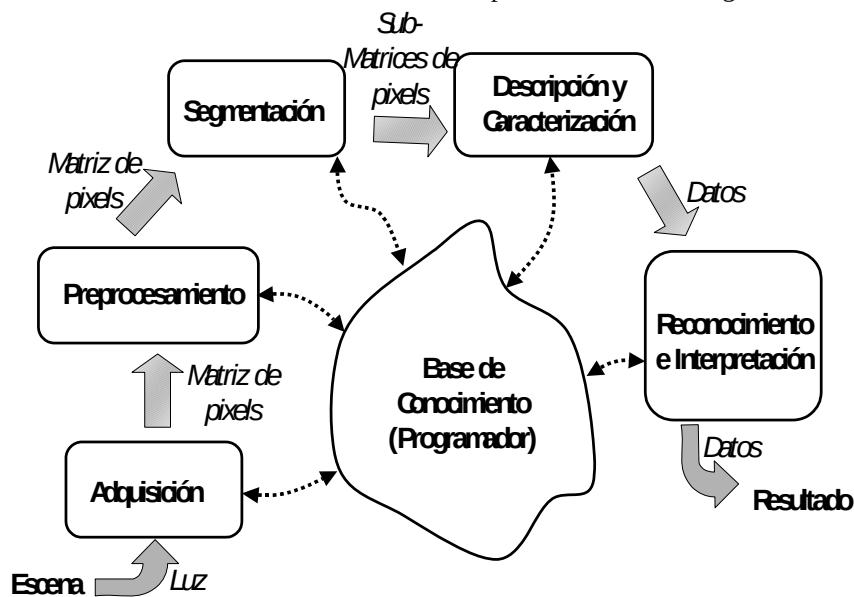


Fig. 1. Etapas Básicas para la construcción de un Sistema de Visión Artificial

La adquisición se realiza mediante un dispositivo que transforme la escena luminosa en un arreglo matricial de elementos de imagen (*pixels*), en donde generalmente cada elemento de imagen puede tener 256 posibles valores en el caso de imágenes en

niveles de gris. En el caso de sistemas a color, que de hecho son los mas popular a nivel comercial, existen en lugar de una matriz, tres matrices de elementos de imagen. Este arreglo matricial es precisamente de donde se define el modelo matemático para imagen digital, que en niveles de gris se muestra en seguida como M_{gris} y para el modelo a color se muestra como M_{color} .

$$M_{gris} \in \{0,1,6,255\}^{n \times m};$$

$$M_{color} \in \{0,1,6,255\}^{n \times m \times 3}.$$

El valor n es el número de filas de la matriz de elementos de imagen y m el número columnas de la matriz de elementos de imagen. Nótese que en el caso de el modelo a color la matriz es volumétrica.

Por lo tanto la etapa de adquisición la constituyen en términos prácticos las cámaras digitales, *scanners*, camaras Web , etc.

En el pre-procesamiento se eliminan ruidos o se mejora la imagen para que las posteriores etapas procesen sin problema y sin información indeseable. La segmentación divide a la imagen en las partes que la constituyen y de éstas sólo entrega las que son pertinentes para el sistema de visión artificial.

En la etapa de descripción y caracterización se construye la información de los segmentos de imagen, de manera que de cierta forma se comprima la información de los segmentos de la imagen con datos que describen lo mas mutuamente excluyente posible a dichos segmentos. Estos datos constituyen un vector que generalmente se conoce como vector de características. Finalmente en el reconocimiento e interpretación es evaluado el vector de características para entregar un resultado sobre la interpretación visual de la escena. Esta evaluación puede ser hecha por cualquiera de las metodologías definidas en la Inteligencia Artificial, tales como Algoritmos genéticos, Redes Neuronales Artificiales, Sistemas Difusos, etc

Cabe recordar que durante la etapa de construcción del sistema de visión, es importante las interacción del programador y de sus objetivos en torno al sistema, esta interacción está señalada en la fig. 1 con líneas punteadas.

Como se comentó en la introducción las etapas de un sistema de visión artificial pueden ser realizadas con el MATLAB con imágenes digitales tipo jpeg o bmp obtenidas y almacenadas en un archivo, pero también pueden ser imágenes obtenidas en línea a intervalos de tiempo como se muestra en la figura 2.

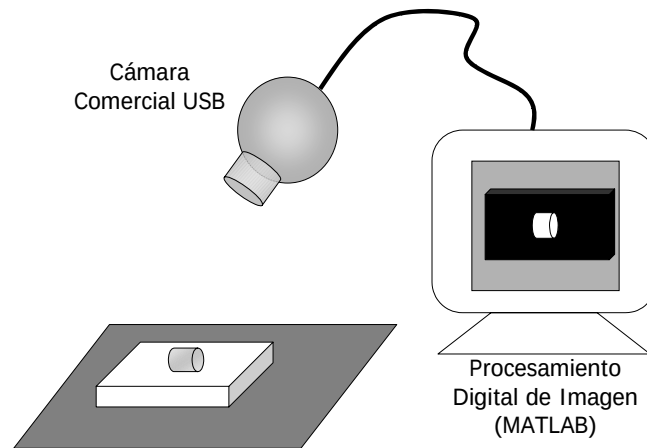


Fig. 2. Esquema físico de un Sistema de Visión Artificial fuera de línea o en línea

Esto último es posible hacerlo con programas para MATLAB que se encuentran libres en *internet*, los cuales que pueden recibir imágenes en línea desde una cámara digital comercial vía USB, tal es el caso del programa VFM⁸ (*Vision for MATLAB*) desarrollado en la Universidad del Este de Anglia (*University of East Anglia*) en Norwich Inglaterra.

El programa VFM adquiere un cuadro de imagen por segundo, lo cual permite sólo aplicaciones lejos de ser en tiempo real, sin embargo con un gran potencial didáctico. Cabe recordar que este tiempo de muestreo de las imágenes está restringido por las características de la computadora que se está utilizando.

El problema surge cuando se desea aprovechar la información entregada por el sistema de visión artificial pero sin sacrificar el uso del MATLAB, para realizar o manipular otro sistema que tenga señales eléctricas como entrada, la figura 3 muestra esta problemática.

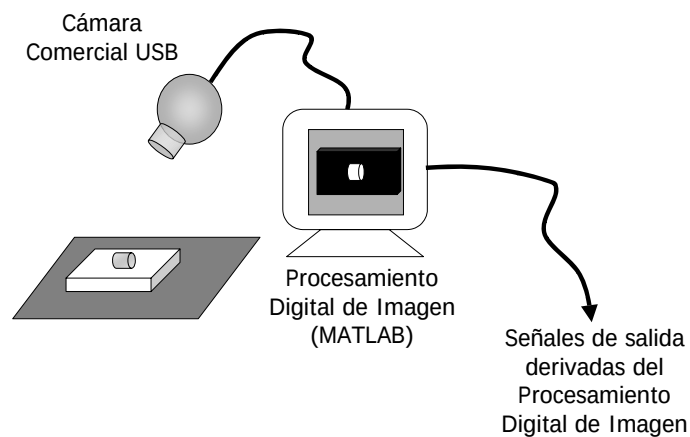


Fig. 3. Sistema de Visión Artificial con Señales de Salida

Dicho problema quedaría resuelto si se adquiere la tarjeta para enviar al exterior de una computadora los datos que hayan sido procesados en MATLAB, sin embargo dicha tarjeta es costosa. Si a esto le agregamos que en un laboratorio se tienen al menos 6 equipos de estudiantes y de que cada equipo necesita un sistema de visión para hacer sus prácticas, tenemos como resultado un equipamiento de laboratorio que puede resultar costoso y posiblemente hasta sobrado.

Resultado Principal: Interfaz de Salida para un Sistema de Visión Artificial

Por lo discutido en las anteriores secciones podemos observar que se tienen ventajas evidentes, ya que adquirir una cámara USB es relativamente barato, el utilizar el MATLAB como herramienta didáctica o de investigación permite programar cursos o proyectos de investigación relativos a la visión artificial, con la seguridad de tener éxito debido al alto desempeño computacional de dicha herramienta.

Es por esto que con el propósito de construir lo expuesto en la figura 3, solamente falta una interfaz de salida, la cual se propone bajo las siguientes situaciones.

- ✓ Una de las virtudes de MATLAB es poder realizar graficas sofisticadas de manera fácil.
- ✓ Es relativamente costoso adquirir una tarjeta de interfaz para aprovechar los datos procesados en MATLAB y enviarlos al exterior.

Por lo tanto, la propuesta consiste en aprovechar que con el MATLAB se pueden manipular las imágenes que entrega el monitor, que a final de cuentas es luz emitida y visualizada por el usuario. Solo falta aprovechar esta luz para construir señales eléctricas. Esta idea se muestra en la figura 4.

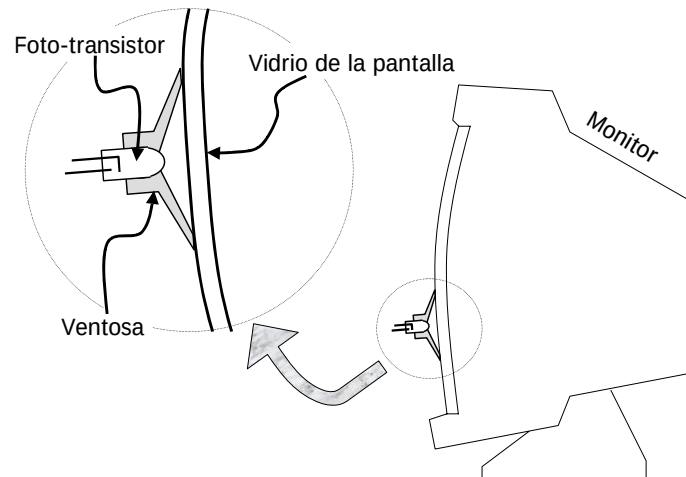


Fig. 4. Interfaz con el monitor, la luz del monitor ilumina al fototransistor

La interfaz consiste primeramente en colocar un fototransistor dirigido a la pantalla para que reciba la luz de ésta. Mediante un sencillo programa en MATLAB se pueden desplegar regiones negras o blancas, por lo que si en frente del fototransistor está una región blanca, el fototransistor tiene mas conducción en sus terminales, pero si la región es negra (ausencia de luz) entonces el fototransistor estará bajo un estado de conducción bajo.

Estos dos estados se aprovechan para construir un voltaje $v_i(t)$, como se muestra en la figura 5.

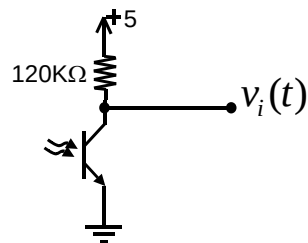


Fig. 5. El divisor de voltaje transforma los cambios luminosos en cambios de voltaje

Finalmente el voltaje $v_i(t)$ se conecta a un comparador⁹⁻¹⁰ (ver figura 6) para construir un bit el cual es un voltaje que es igual a 5 volts cuando hay una región blanca en el fototransistor pero si es negra entonces el voltaje es cero, por lo que $A(t) \in \{0, +5\}$.

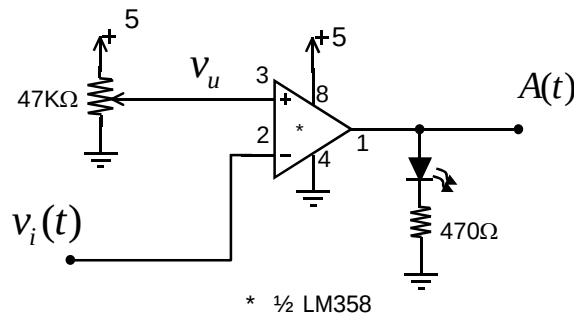


Fig. 6. Comparador con ajuste de umbral

La ecuación del voltaje de salida es

$$A(t) = \begin{cases} +5, & v_u > v_i(t) \\ 0, & v_u \leq v_i(t) \end{cases}$$

Nótese que el voltaje v_u es ajustado con el potenciómetro de $47K\Omega$, con el cual se puede ajustar la sensibilidad a la luz de la interfaz.

Por lo tanto manipulando el despliegado del monitor se obtendrá un valor de 5 volts en $A(t)$ cuando se despliegue en frente del fototransistor una región blanca, pero si es negra entonces $A(t) = 0$. Si se utiliza la pantalla completa del monitor, podemos poner las interfaces que las ventosas permitan (ver figura 4), sin embargo se puede construir un arreglo de fototransistores distanciados adecuadamente y aislados ópticamente para construir varias señales binarias.

Conclusiones

Se propone una interfaz bastante sencilla y económica. Dicha propuesta es con la finalidad de enviar señales eléctricas al exterior de la computadora desde el MATLAB. Esto permite aprovechar el alto desempeño del MATLAB para construir sistemas de Visión Artificial y poder manipular sistemas externos mediante señales eléctricas, tales como motores, manipuladores, robots, etc.

La propuesta fue gestada desde un punto de vista de sistemas de visión retroalimentados, sin embargo, es evidente que el uso de esta interfaz puede ser utilizada bajo otra perspectiva de aplicación.

La interfaz propuesta aparentemente está limitada a tiempos de muestreo relativamente largos (cuando menos un segundo), pero a nivel didáctico y de investigación ofrece una alternativa para utilizarse en una gran variedad de aplicaciones en las que no se necesita de tanta velocidad.

Bibliografía

- ¹ Todd, J.D.; The industrial application of computer vision: a research group's perspective, IEE Colloquium on Computer Image Processing and Plant Control , Pages:4/1 - 4/2, , 18 May 1990
- ² Martínez Aleix M., Recognizing Expression Variant Faces from a Single Sample Image per Class, 2003 Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR '03) - Volume I, June 18 - 20, p 353-358, 2003
Madison, Wisconsin
- ³ Stetten, G.D.; Chib, V.S.; Tamburo, R.J.;Tomographic reflection to merge ultrasound images with direct vision, Applied Imagery Pattern Recognition Workshop, 2000. Proceedings. 29th Pages:200 - 205, 16-18 Oct. 2000
- ⁴ Terzopoulos, D.,Physics-based models for image analysis/synthesis and geometric design, International Conference on Recent Advances in 3-D Digital Imaging and Modeling. Proceedings., Pages:190 – 195, , 12-15 May 1997
- ⁵ Gonzalez R. C., Woods R. E., Digital Image Processing, Addison-Wesley, 1993,
- ⁶ Russ John C., “The Image Processing”, Editorial CRC, 1996.
- ⁷ De la Escalera Hueso Arturo, ”Visión por Computador, Fundamentos y Métodos”, Editorial Pearson Educación, 2001
- ⁸ Pezeshkpour, Farzad, VFM: Vision for Matlab, School of Computing Sciences, University of East Anglia, Norwich, NR4 7TJ, ENGLAND, fuzz@cmp.uea.ac.uk, 1999
- ⁹ Sedra A. S., Smith K. C., Circuitos Microelectrónicos, Oxford University Press, Cuarta edición, pp 999, año 1999
- ¹⁰ Hoja de datos del Amplificador Operacional LM358, disponible en www.national.com