

Diseño de una Interfaz Gráfica para Detección de Madurez del Jitomate y Platano con Visión Artificial

Ing. Edgar Pacheco Antonio¹, Dr. Adolfo Meléndez Ramírez², M.en ADN. Juan Manuel Stein Carrillo³, Dr. Francisco Jacob Ávila Camacho⁴, M. en C. Israel Isaac Gutiérrez Villegas⁵, M. en C. Javier Norberto Gutiérrez Villegas⁶



Resumen

Hoy día, la visión artificial es una de las tecnologías que cada vez se utiliza más en muchos procesos. Dichos sistemas adquieren la información del entorno en forma de imágenes, que son procesadas y analizadas para alguna implementación. Para una mejor comprensión, se puede comparar con la forma en que nuestros ojos nos ayudan a obtener la información del entorno, así los sistemas de visión realizan la misma tarea

Acerca de los autores...

¹ Estudiante de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec.

^{2, 3, 4, 5, 6} Académico de la División de Ingeniería en Sistemas Computacionales, TESE- TecNM.

para tratar la información con ayuda de una máquina. Estas imágenes pueden ser obtenidas mediante diferentes tipos de cámaras (2D o 3D), hiperspectrales, etcétera.

Palabras clave – Detección, Diseño de interfaz, Frutas, Niveles de saturación, Visión artificial, Método de detección, LabVIEW.

Abstract

Nowadays, artificial vision is one of the technologies that is increasingly used in many processes. These systems acquire information from the environment in the form of images, which are processed and analyzed for some implementation. For a better understanding, it can be compared to the way our eyes help us obtain information from the environment, so vision systems perform the same task to process information with the help of a machine. These images can be obtained using different types of cameras (2D or 3D), hyperspectral, etcétera.

Keywords – Detection, Interface design, Fruits, Saturation levels, Artificial vision, Detection method, LabVIEW.

Introducción

El continuo desarrollo de nuevos algoritmos y aplicaciones de esta disciplina, han causado que esta tecnología se mantenga en constante evolución y ha experimentado un rápido avance en las últimas décadas. [1] [2] Algunas de las áreas donde se encuentra este tipo de tecnología son: Industrial, Robótica, Seguridad, Medicina, Agricultura, y Geología.

Aunque ciertos métodos propuestos ofrecen buenos resultados, aún existe una carencia de soluciones seguras, económicas y genéricas para los amplios campos donde se utiliza esta tecnología.

I. Herramientas y lenguajes de programación

• Mathworks

Matlab [3] es un software matemático con un entorno de desarrollo integrado (IDE) y un lenguaje de programación propio (lenguaje M) disponible para las plataformas Unix, Windows y Mac OS. Está compuesto por varias herramientas (toolbox) para diferentes áreas o disciplinas. La herramienta *Image Processing Toolbox* proporciona un conjunto completo de algoritmos y herramientas gráficas para el procesamiento, el análisis, visualización de imágenes y el desarrollo de algoritmo. La herramienta *Computer Vision System Toolbox* utiliza imágenes y video para detectar, clasificar y seguir objetos o eventos para interpretar escenas del mundo real.

• Matrox Electronic Systems

El módulo *Matrox Imaging Library* (MIL), [7] es un conjunto de herramientas de desarrollo de aplicaciones para el análisis de imágenes y visión artificial. El kit de herramientas incluye el software interactivo y funciones de programación para la captura, procesamiento, análisis, anotación, visualización y archivo de imágenes.

• Intel Corporation

Desarrollada originalmente en código C y C++, la biblioteca *Open Computer Vision* [8], conocida como OpenCV (2014), es una librería de visión artificial, publicada bajo licencia BSD. Se puede usar libremente para fines académicos, comerciales y de

investigación, con las respectivas condicionantes. Está disponible para las plataformas GNU/Linux, Mac OS y Windows. Contiene más de 500 funciones, que abarcan una gran gama en el proceso de visión, como reconocimiento de objetos, calibración de cámaras, visión estéreo y visión robótica.

A. La visión artificial

Su objetivo es automatizar el proceso de percepción visual mediante el tratamiento digital de imágenes, enseñando a las máquinas por medio de la visión artificial. Esto con ayuda de otras disciplinas, como son las matemáticas, física, ingeniería eléctrica, electrónica, robótica y computación. [9]

La visión artificial puede ser dividida en seis diferentes procesos de obtención, caracterización e interpretación de la información que proporciona la imagen tomada de manera tridimensional.

TABLA 1
MODOS DE PROCESAMIENTO.

Procesos	Nivel de Visión	Entrada	Salida	Área
Captura	Bajo	Imagen	Imagen	Procesamiento de imágenes
Pre- procesamiento	Bajo	Imagen	Imagen	Procesamiento de imágenes
Segmentación	Medio	Imagen	Grupos de pixeles en bruto (objetos o regiones)	Análisis de imágenes
Descripción	Medio	Objetos o regiones	Información cuantitativa de los objetos o regiones	Análisis de imágenes
Reconocimiento (clasificación)	Medio	Información cuantitativa	Objetos clasificados en categorías	Análisis de imágenes
Interpretación	Alto	Objetos clasificados en categorías	Compresión de la escena	Visión por computador

- I. La captura es el proceso donde se obtiene una imagen digital a través de un dispositivo como una cámara digital, videocámara, escáner, telescopio, satélite, etcétera.
- II. El preprocesamiento incluye técnicas tales como la reducción del ruido, mejoramiento del contraste, nitidez de la imagen, realce de ciertos detalles o características de la imagen, y la restauración de la misma.
- III. La segmentación es el proceso que divide una imagen en objetos o regiones (grupos de pixeles) que sean de nuestro interés de estudio. Esta etapa es una parte muy crítica para el éxito o fracaso de la aplicación.
- IV. La descripción es el proceso que obtiene características relevantes convenientes para diferenciar un tipo de objeto de otro. Estas características

pueden ser externas, como la forma, perímetro, eje mayor, eje menor, rectángulo mínimo que contiene la región, excentricidad; o internas, como el área, centro de gravedad, patrones de texturas (liso, áspero, regular), color (promedio y mediana de niveles de intensidad, máximo y mínimo de valores de intensidad), entre otros.

- V. El reconocimiento es el proceso que clasifica en categorías los objetos presentes en la imagen, utilizando los descriptores del proceso anterior. Los objetos detectados que presenten descriptores semejantes, se agrupan automáticamente en una misma clase o categoría o con una mínima intervención humana. Para ello se utilizan técnicas, como métodos estadísticos avanzados, estructurales (sintáctico), basados en la apariencia, redes neuronales artificiales, algoritmos genéticos, entre otros. Este proceso en sí mismo, es una línea de investigación bastante extensa.
- VI. La interpretación es el proceso que da sentido o significado a las clases (categorías) de objetos reconocidos para entender la escena. Trata de emular la visión humana y utiliza técnicas cognitivas para la toma de decisiones. Esta fase depende de cada campo de aplicación.

B. Modelo HSB

Para la detección de la madurez de los jitomates, se utilizó el modelo HSB, creado para aportar información sobre el color en sí, la cantidad y el brillo de éste, presentado en un diagrama cromático. Este modelo representa los colores, la cantidad de brillo en grados y la saturación, utilizando un diagrama cónico o circular, como el que se muestra en la Figura 1. [10] [11]

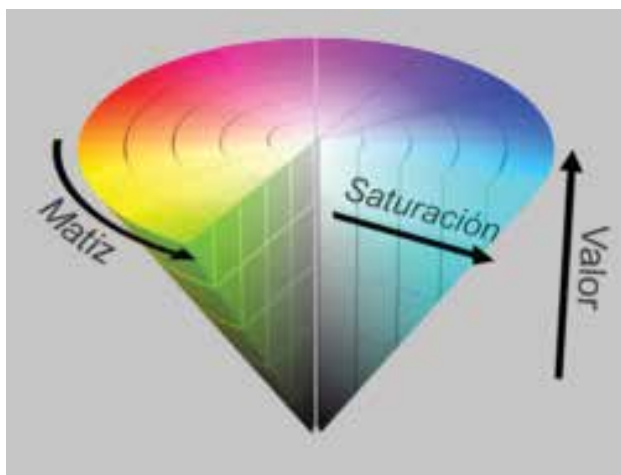


Figura 1

Modelo HSB [12]

Estas tres magnitudes, pueden tener los siguientes valores:

- a) H (color). Valores de 0-360°. La gama cromática se representa en una rueda circular y este valor expresa su posición.
- b) S (saturación). Valores de 0-100%. De menos a más cantidad de color.
- c) B (brillo). Valores de 0-100%. De totalmente oscuro a la máxima luminosidad. [13]

C. Adquisición de las imágenes

A fin de obtener todas las imágenes necesarias para realizar el reconocimiento, se ocupó el software de LabVIEW el cual, como se explicó anteriormente, tiene el módulo IMAQ Vision Algorithms, donde con ayuda del bloque IMAQ ColorLearn es posible obtener un histograma de los colores. Cabe mencionar que este bloque nos ayuda a encontrar el espectro del color que se esté obteniendo con nuestra cámara.



Figura 2

IMAQ ColorLearn

Cuando ocupamos éste, puede ser modificado de tres modos, como se muestra en la Figura 3, donde cada una de ellas representa la forma en que divide nuestro diagrama de cono para los colores.

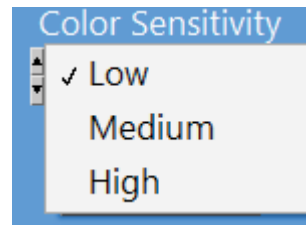


Figura 3

Modos de sensibilidad

Para este prototipo se ocupó un modelo "LOW" el cual divide a nuestro diagrama en siete partes iguales, las cuales nos representa cada uno de los colores, así como el umbral de saturación y donde esté contenido nuestro color, como se muestra en la Figura 4. [14]

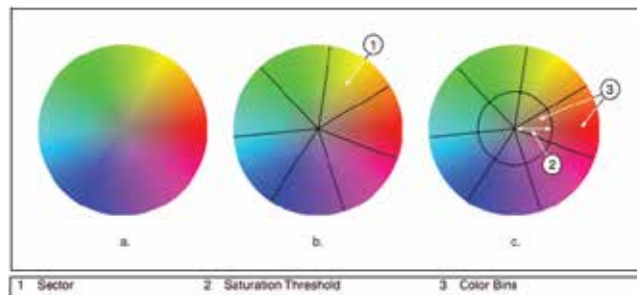


Figura 4

División del modelo

D. Procesamiento de la imagen

Para la realización del prototipo, influyeron tres fases:

i. Primera fase

La adquisición de datos a través de nuestro sensor (cámara). En la Figura 5 se muestra una interfaz básica con una adquisición de muestras cada segundo.

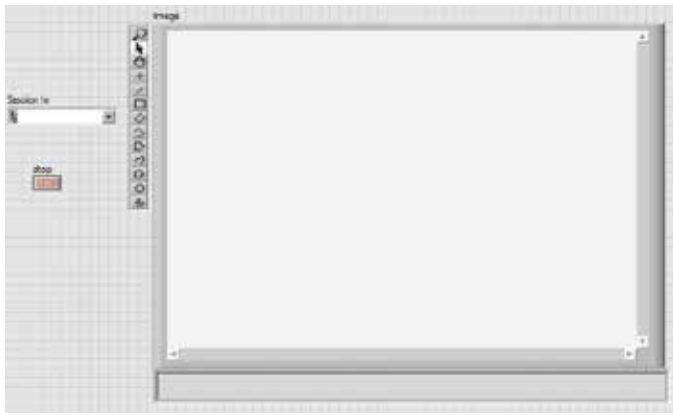


Figura 5

Adquisición de datos

ii. Segunda fase

Control del sensor para identificar el color que se le coloque usando el modelo HSV, el cual, dependiendo de la saturación del color que se le coloque en el sensor que tiene una adquisición continua, puede identificar el color, como se muestra en la Figura 6.



Figura 6

Segunda fase

iii. Tercera fase

En la interfaz gráfica se puede observar que se puede seleccionar cual será nuestro sensor de entrada que ayudará a procesar la imagen (cámara) y el tipo de sensibilidad, como se muestra en la Figura 7.



Figura 7

Interfaz gráfica

Para seleccionar la sensibilidad del color, se colocó un control, el cual nos ayuda a seleccionar entre tres categorías para el modelo que se está ocupando. En esta primera interfaz, se está utilizando una sensibilidad baja, la cual divide nuestro modelo en siete partes para obtener los colores primarios. Así también, se colocó un control para seleccionar la cámara que se ocupará, ya sea la integrada al equipo o una externa, como se muestra en la Figura 8.



Figura 8

Controles de la interfaz

Cuando se tienen los controles, se utiliza el módulo IMAQ para inicializar nuestra cámara, seleccionarla y configurar en qué momento estará encendida o se podrá apagar. También lo utilizamos para realizar la configuración, si será procesamiento de imágenes, color o formas, como se muestra en la Figura 9.

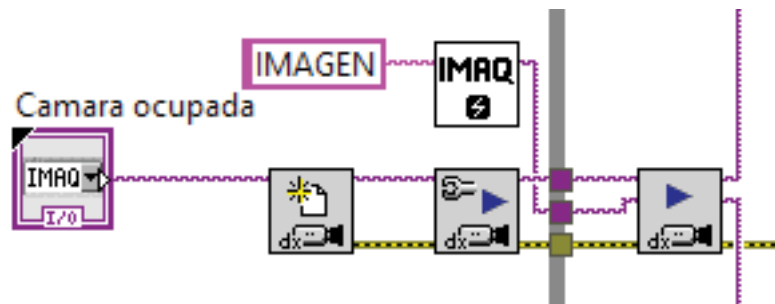


Figura 9

Configuración del IMAQ

Para visualizar lo que la cámara está captando, se necesita colocar un recuadro para la imagen y también realizar un ROC, que es un punto en específico donde se centrara todo el procesamiento. Lo anterior es con el objetivo de que sea más rápido el procesamiento de la imagen y no como lo realizan algunos otros sistemas, en los cuales se requiere contar con una base de datos y efectuar una comparación entre las imágenes de la base y las que se le colocan al sensor. Con ayuda de este método, se puede llevar a cabo el procesamiento del producto de manera inmediata. Como se muestra en la Figura 10.

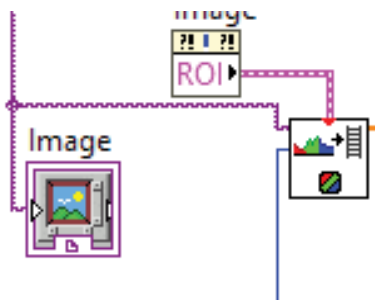


Figura 10

Configuración para adquisición de datos

III. Cálculos para los colores

Los valores de sistema RGB deben ser expresados en valores de 0 a 1. Donde obtenemos las fórmulas que se muestran a continuación, en las que MAX es el máximo de los componentes RGB, y MIN es el valor mínimo de estos mismos.

$$\left\{ \begin{array}{ll} \text{no definido} & \text{si } MX = MIN \\ 60^\circ \times \frac{G - B}{MAX - MIN} + 0^\circ, & \text{si } MAX = R \\ & \text{y } G \geq B \\ 60^\circ \times \frac{G - B}{MAX - MIN} + 360^\circ, & \text{si } MAX = R \\ & \text{y } G < B \\ 60^\circ \times \frac{B - R}{MAX - MIN} + 120^\circ, & \text{si } MAX = G \\ 60^\circ \times \frac{R - G}{MAX - MIN} + 240^\circ, & \text{si } MAX = B \end{array} \right.$$

III. Resultados

Conforme a todas las pruebas realizadas con el prototipo, se determinaron los valores de saturación para el jitomate y el plátano.



TABLA 2
SATURACIÓN DEL JITOMATE

Concepto	Maduro	Falta	Aún no está maduro
Controles de entrada	1	1	3
Saturación máxima	1.1	0.84	1
Saturación mínima	0.85	0.5	0.25

Como se puede observar en la Tabla 1, se dan los parámetros de saturación y controles de entrada, lo cual nos permite determinar el estado del jitomate.

TABLA 3
SATURACIÓN DEL PLÁTANO

Concepto	Maduro	Falta	Aún no está maduro
Controles de entrada	3	3	3
Saturación máxima	1	0.85	0.55
Saturación mínima	0.86	0.55	0.25

En la Tabla 2 se dan los parámetros de saturación y controles de entrada para determinar el estado del plátano. Conforme a cada una de las tablas, el usuario puede seleccionar el que necesite y determinar si éste se encuentra en su punto de madurez.

Con base en las pruebas realizadas con la interfaz, se hicieron 50 pruebas en cada uno de los elementos, como se presenta en la Tabla 3, donde en los dos casos se obtuvo un 94% de precisión, ya que influye la luz del entorno.

TABLA 3
PRECISIÓN DE LAS PRUEBAS

Producto	Muestras	Sí	No
Jitomate	50	47	3
Plátano	50	47	3



Referencias

I. G. García S., “La visión artificial y los campos de aplicación”. *Tierra Infinita*, Vol. 1, No. 1, pp. 94-103, 2015.

A. Reyes Ballesteros, “Transición energética” 2018. [En línea]. Disponible en: <http://transicionenergetica.ineel.mx/Revista.mvc/IS1n2v2>. [Último acceso: 15 12 2021].

M. “MATLAB para la inteligencia artificial,” MathWorks, [En línea]. Disponible en: <https://es.mathworks.com/>. [Último acceso: 19 12 2021].

I. García y V. Caranqui, “La Visión Artificial y los Campos de Aplicación”. *Tierra Infinita*, Vol. 1, No. 1, pp. 94-103, 2015.

D.E, “The application of machine vision to food and agriculture,” *The Imaging Science Journal*, Vol. 5, No. 54, pp. 197-217, 2009.

NI Engineer Ambitiously. “Vision Acquisition Software (VAS), NI-IMAQ,NI-IMAQdx,NI-IMAQI/O and OS Compatibility” 19-11-2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.ni.com/es-mx/support/documentation/compatibility/17/vision-acquisition-software--vas--ni-imaq-ni-imaqdx-ni-imaqi-o-a.html>. [Último acceso: 20-12-2021].

M. “Matrox,” [En línea]. Disponible en: <https://www.matrox.com/en>. [Último acceso: 20-12-2021].

I. “Intel Corporation,” [En línea]. Disponible en: <https://www.intel.la/content/www/xl/es/internet-of-things/computer-vision/vision-products.html>. [Último acceso: 20-12-2021].

COGNEX, “Qué es la Visión Artificial,” [En línea]. Disponible en: <https://www.cognex.com/es-mx/what-is/machine-vision/what-is-machine-vision>. [Último acceso: 21-12-2021].

Comunicación Multimedia, “Hablamos de Comunicación Multimedia,” 27-5-2010. [En línea]. Disponible en: [https://www.comunicacion-multimedia.info/2010/05/modos-o-modelos-de-color-hsb-o-hsv-y.html#:~:text=El%20modelo%20HSB%20\(%20HSL,principal%20uso%20de%20este%20modelo\)](https://www.comunicacion-multimedia.info/2010/05/modos-o-modelos-de-color-hsb-o-hsv-y.html#:~:text=El%20modelo%20HSB%20(%20HSL,principal%20uso%20de%20este%20modelo)). [Último acceso: 27-12-2021].

G. A. Tórees de León y M. Burgos Vargas, “El Modelo HSB y sus Propiedades para Selección de Tonalidades Cromáticas en Pantalla,” *Tecnología & Diseño*, No. 11, pp. 23-35, 2019.

Wikipedia, “Modelo de color HSL”. 1 mayo 2021. [En línea]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Modelo_de_color_HSL. [Último acceso: 19 diciembre 2021].

Blogartesvisuales, “Modelo de color HSB”, 2014. [En línea]. Disponible en: <https://www.blogartesvisuales.net/disenio-grafico/color/modelo-de-color-hsb/>. [Último acceso: 14 3 2021].

N. Vision, *NI Vision Concepts Manual*, Austin, Texas, 2007.

J. Pérez Pérez, G. Saldaña González, J. Estévez Carreón, G. A. Muñoz Hernández, C. Gracios Marín y V. Ramírez Palacios, “Sistema de Visión para determinar el grado de madurez del jitomate”, CCADET, UNAM, 2014.