



SISTEMA AUTOMÁTICO DE CLASIFICACIÓN APLICADO A LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA

Griselda Saldaña-González

División de Mecatrónica, Universidad Tecnológica de Puebla
Antiguo camino a la resurrección 1002-A, Puebla, México
griselda.saldana@utpuebla.edu.mx

Jaime Estévez-Carreón

Departamento de Eléctrica y Electrónica, Instituto Tecnológico de Puebla
Av. Tecnológico 420 Col. Maravillas, Puebla, México
estevezc@ieee.org

Ramón Silva-Ortigoza

CIDETEC, Área de Mecatrónica, Instituto Politécnico Nacional
Unidad Profesional Adolfo López Mateos, México D.F., México
rsilvao@ipn.mx

RESUMEN

En este trabajo se presenta un sistema automático de clasificación utilizado en un almacén de la industria farmacéutica empleando un sistema de visión. El objetivo fundamental consiste en diseñar una herramienta que permita clasificar los productos a ser almacenados de acuerdo a su color con la finalidad de mantener un estricto control de las existencias para mantener una buena gestión de suministros. El sistema de clasificación se implementó utilizando el toolbox IMAQ de LabView, que permite construir de forma rápida y sencilla sistemas de visión artificial capaces de analizar imágenes de acuerdo a la forma, tamaño o color entre otras características. El sistema de control también está desarrollado en LabView y a través de una interface RS-232 se comunica con una tarjeta de adquisición de datos la cual contiene un microcontrolador PIC18F255 que se conecta a los sensores y actuadores montados sobre una estructura mecánica conformada por una banda transportadora, la cual se diseñó utilizando SolidWorks, este software cuenta con una interface virtual para LabView, lo que permitió realizar simulaciones funcionales del sistema. La clasificación de las cajas por color dentro del almacén se realizó exitosamente empleando una cámara Web y una banda que transporta las cajas a una bandeja correspondiente a cada color del producto para su almacenamiento, adicionalmente se obtuvo la información necesaria para la actualización del inventario.

PALABRAS CLAVE: Clasificación por color, Sistema de visión, LabView, Sistema de reconocimiento.

1 INTRODUCCIÓN

El procesamiento digital de imágenes es un tópico de gran importancia, útil en una gran cantidad de aplicaciones [1-4], tales como el control de calidad, la clasificación de objetos, el reconocimiento de caracteres y el reconocimiento facial entre otros, que incorporan cámaras [5]. Este tipo de procesamiento le proporciona a los sistemas la capacidad de ver y entender su entorno para interactuar con él de manera natural y más eficiente. El desarrollo de nuevos equipos y de un mayor número de aplicaciones en diversas áreas del conocimiento, requieren una adquisición de imágenes más rápida y con más resolución, por lo que es necesario

realizar un mayor esfuerzo para desarrollar técnicas que permitan procesar imágenes de manera más eficiente [6].

Particularmente, dentro de la industria farmacéutica una de las áreas en las cuales se mantiene un estricto control son los almacenes, donde se lleva a cabo el control de las existencias con la finalidad de facilitar una buena gestión de suministros, esto es posible mediante la clasificación y organización de productos ya sea por un número consecutivo, color de la caja o un código que contiene características de cada producto. Este proceso puede complicarse cuando se usan números o códigos que dificultan la búsqueda de un producto o si no se asignó el número correcto, lo cual es usual a causa de un error humano.

El objetivo de este trabajo consiste en el diseño e implementación de un sistema automático de clasificación por color aplicado a la industria farmacéutica, utilizando LabView y las herramientas de visión IMAQ. El toolbox de IMAQ ofrece un conjunto muy completo de funciones para adquisición y procesamiento digital de imágenes que mejoran la eficiencia de los proyectos y reducen el esfuerzo de programación de los usuarios obteniendo mejores resultados en menos tiempo. El sistema propuesto presenta la ventaja de realizar una inspección sin necesidad de entrar en contacto con el producto, alcanzando un alto nivel de flexibilidad y repetitividad.

Como primer punto en este trabajo, en la sección 2 se abordará una descripción del sistema desarrollado, incluyendo la parte de hardware y software del prototipo, a continuación en la sección 3, se discutirán brevemente algunas pruebas realizadas al sistema y los resultados obtenidos, para finalmente presentar las conclusiones en la sección 4.

2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El presente proyecto consiste en la implementación de un sistema automático para la detección y clasificación de objetos dentro de un almacén de la industria farmacéutica en base a un patrón de colores que incluye cuatro subsistemas: el primero tiene la función de insertar la caja en una banda transportadora, el segundo realiza la parte de reconocimiento empleando una cámara Web que es la que se encarga de identificar el color, el tercer subsistema es el encargado de recibir la señal de la cámara y clasificar el producto a través de un pistón el cual empuja el producto al cuarto subsistema de bandejas que se encargan de recoger el producto acorde a lo identificado por la cámara para su organización en el almacén. La infraestructura mecánica se diseñó utilizando SolidWorks dado que cuenta con una interface virtual para LabView, lo que permitió realizar simulaciones de funcionamiento del sistema.

Dentro del almacén se requieren realizar los siguientes procesos:

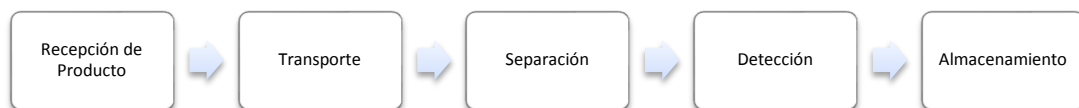


Figura 1. Etapas de procesamiento para el control del almacén



1. **Recepción de Producto.** Esta etapa se basa en la colocación del producto (cajas), las cuales son invertidas en una tolva de distribución que está adaptada a una sola salida para llegar a la línea de transporte, gracias a la vibración que posee la tolva se evita que las cajas se obturen o bien queden en posición incorrecta.
2. **Transporte.** Para que el producto llegue a su almacenamiento, se requiere de una banda transportadora la cual es controlada por un botón de arranque y paro al iniciar el proceso. Tiene el control automático después de poner en marcha el sistema, éste último tiene la condición de que cuando detecta los patrones marcados, quedará enclavada siempre y cuando el operador obture el botón de paro de emergencia o desde el panel frontal de LabView oprima el botón de Stop, de modo contrario después de 3.2s éste iniciara su arranque hasta que se reinicie el programa.
3. **Separación.** Para evitar problemas en la línea de transporte por la distribución de la caja, se eligió un pistón de separación cuyo objetivo es darle tiempo al paso de cada caja obteniendo en el proceso de clasificación el suficiente tiempo para poder identificar los patrones. El pistón será comandado por un tiempo de entrada y salida que se programa desde Labview.
4. **Detección.** Esta etapa es la primordial de todo el proceso y consiste en reconocer el patrón de color de la caja, el cual se capta por una cámara Web instalada como interfaz de lectura para ser procesada en LabView por el asistente de visión. El color de la caja se compara con el color de referencia grabado y a continuación se ejecutan tareas en una máquina de estados para generar señales en los actuadores de salida necesarios en la etapa de Almacenamiento.
5. **Clasificación.** Para efectos de prueba, por el momento sólo se seleccionaron dos colores para clasificar el producto, por lo que en esta etapa sólo se tienen dos acciones, colocar las cajas dentro de una bandeja de color rojo o bien de color azul . Cada bandeja está controlada por un puente H, que permite que salgan o regresen para captar la caja correspondiente por un tiempo de 1.6 segundos y a continuación regresan a su posición original.

El programa en LabView cuenta con un contador de las cajas que se almacenan en cada una de las bandejas, gracias a esto se puede tener un historial de lo que se encuentra en el almacén, lo que permite mantener el inventario en óptimas condiciones.

2.1 SISTEMA DE RECONOCIMIENTO

Para el desarrollo del sistema de Visión se utilizó el software LabView y el toolbox de IMAQ, que se encargan del procesamiento y reconocimiento automático de objetos. Éste último se inicia con la adquisición de la imagen de una escena en tres dimensiones, a continuación dicha imagen se procesa (empleando matcheos) para mejorar la calidad y eliminar posibles imperfecciones; el siguiente paso es separar el objeto de interés del fondo de la imagen, seguida de la extracción de sus características que describen al objeto (color, textura y geometría), para finalmente, comparar estas características con las de otros objetos que se tienen en la base de conocimiento y así determinar el tipo de objeto, este proceso se muestra a bloques en la Figura 2.

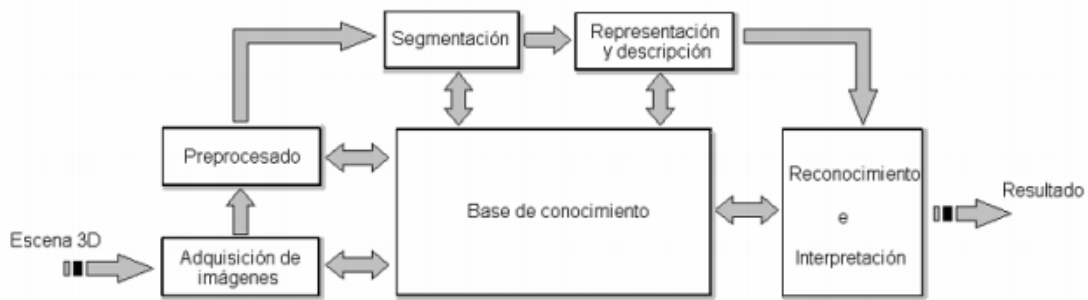


Figura 2. Etapas de procesamiento para el reconocimiento automático de objetos

Para obtener como resultado la correcta clasificación de un objeto, se inicia por adquirir una imagen de una escena en 3D utilizando el *Vision Acquisition Assistant* de LabView y a continuación se ejecutan los siguientes pasos del diagrama:

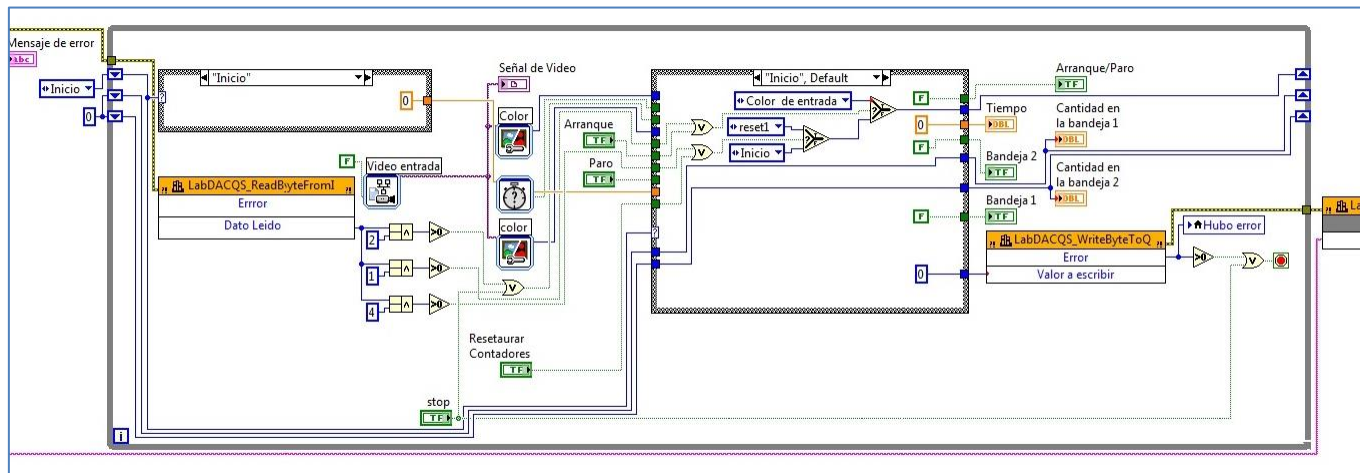
- **Adquisición de Imagen:** Proceso a través del cual se obtiene una imagen visual del exterior.
- **Preprocesamiento:** Incluye técnicas tales como la reducción del ruido y realce de detalles.
- **Segmentación:** Es el proceso que divide a una imagen en sus partes para extraer objetos para su posterior reconocimiento e interés.
- **Descripción:** Es el proceso mediante el cual se obtienen características convenientes para diferenciar un tipo de objeto de otro, por ejemplo tamaño y forma.
- **Reconocimiento:** Es el proceso que asocia un significado a un conjunto de objetos reconocidos.

En cada una de estas etapas, se requiere de un conocimiento previo, como puede ser el tamaño del objeto, la distancia a la que se encuentra, las condiciones ambientales, la inclinación, el número de objetos a reconocer en la imagen, entre otros. Toda esta información es necesaria para la utilización de determinadas técnicas y el desarrollo de algoritmos adicionales para el reconocimiento del objeto.

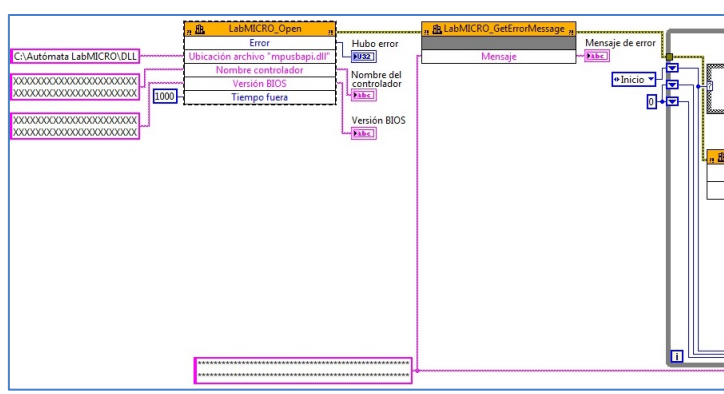
Después de adquirir la imagen, ésta se analizó con el módulo de *Vision Assistant* donde se pudieron colocar los Números de Coincidencias de Color para su reconocimiento de Patrón. En la Figura 3 se muestra el diagrama a bloques del programa desarrollado en Labview para comunicación y monitoreo de las variables del sistema de control.

2.2 DISEÑO MECÁNICO

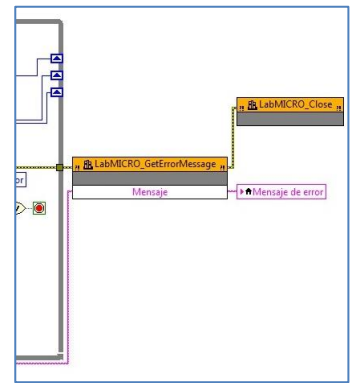
Con la finalidad de transportar los productos a ser clasificados dentro del almacén, se diseñó una banda transportadora. En este punto inicia el proceso, dado que es donde se colocan los productos que llegan, al ir circulando, un pistón se encarga de separarlos de acuerdo al color de la caja.



(a)



(b)



(c)

Figura 3. Diagrama a bloques para comunicación y monitoreo de las variables del sistema de control. (a) Bloque principal del programa, (b) Entradas al bloque principal, (c) Salidas del bloque principal

En la Figura 4 se muestra una vista de la banda transportadora en un plano isométrico, donde es posible apreciar las características del mecanismo implementado.

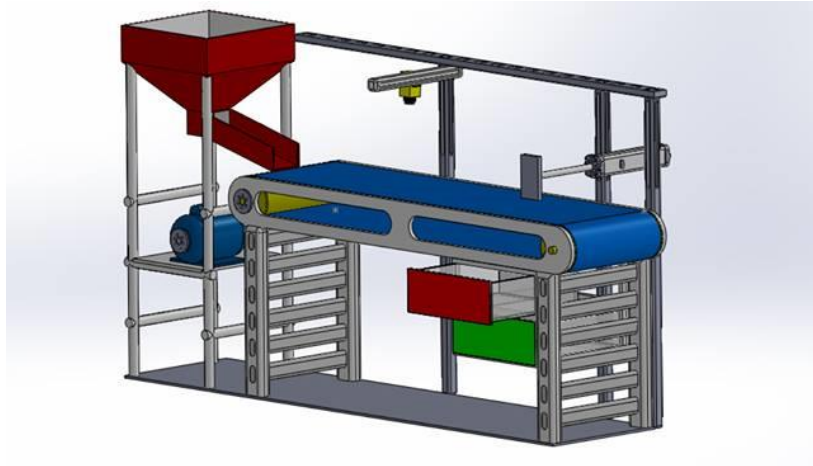


Figura 4. Plano isométrico de la banda transportadora del sistema de clasificación

En la Figura anterior, también es posible observar la ubicación de la cámara. En este caso está montada en la parte superior de la banda, para tomar una imagen de la caja que pasa por la banda transportadora en el momento actual.

2.3 COMUNICACIÓN

El sistema desarrollado cuenta con una interfaz de usuario creada en LabView, desde esta pantalla el usuario puede controlar la operación del sistema. LabView tiene el control de los actuadores situados en la banda transportadora obteniendo la información necesaria para controlar el proceso desde un ordenador empleando una conexión RS-232. Esto se logra a través de una tarjeta de adquisición basada en un microcontrolador PIC18F255, que es el intermediario entre el software y el hardware, dicha tarjeta realiza una comunicación bidireccional en tiempo real con los sensores y los actuadores. Los módulos de entradas y salidas ofrecen posibilidades de conexión para 8 sensores y 8 actuadores. Los módulos están protegidos contra inversión de polaridad y, además, las salidas están protegidas contra cortocircuito por medio de fusibles. Es posible controlar el estado de los fusibles y los fallos se transmiten al mando. Adicionalmente, la tarjeta cuenta con indicaciones LED de estado de E/S e indicaciones de diagnóstico de la tarjeta.

3 Pruebas y Resultados

Para realizar las pruebas del sistema completo se unió la tolva alimentadora de cajas, el canal deslizante, la banda transportadora, el módulo de control y la cámara. Una vez completado el prototipo se observó que era necesario tener controlada la iluminación sobre las cajas a ser clasificadas, de este modo se obtienen mejores resultados.

La banda cuenta con un sensor de presencia, el cual es un indicador de que en la tolva ya no se encuentra producto disponible, de ser el caso, el sistema se mantendrá en estado de reposo.



Para confirmar que los resultados obtenidos son confiables, se realizaron 20 pruebas con 100 cajas de 2 colores diferentes, las cuales fueron colocadas en la tolva de distribución, los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Datos de la clasificación de cajas

Prueba	Total de cajas dosificadas	Exceso de cajas en la banda	Cajas colocadas en las bandejas receptoras	Total de Cajas Clasificadas	Error de clasificación 100%	Error en cajas colocadas 100%
1	100	0	100	100	0	0
2	100	0	100	100	0	0
3	100	0	100	100	0	0
4	100	0	100	100	0	0
5	100	0	100	100	0	0
6	100	0	100	100	0	0
7	100	0	100	100	0	0
8	100	1	100	100	0	0
9	100	0	100	100	0	0
10	100	0	100	100	0	0
11	100	0	100	100	0	0
12	100	0	100	100	0	0
13	100	0	99	100	0	1%
14	100	0	100	100	0	0
15	100	0	100	100	0	0
16	100	0	100	100	0	0
17	100	0	100	100	0	0
18	100	0	100	100	0	0
19	100	1	100	100	0	0
20	100	0	99	100	0	1%
Total	2000	2	1998	2000	0	2%
Media	100	0.1	100	100	0	0.1%



En base a los resultados puede observarse que el sistema es capaz de clasificar por color un 100% de las cajas que se le suministran. El número de cajas que no son colocadas en las bandejas contenedoras es muy bajo, este problema se debe sobre todo a que la altura a la que se encuentran las bandejas y al hecho de que abren y cierran, hacen que la pieza pueda saltar, sin embargo el porcentaje de error es muy bajo por lo que los resultados son confiables. El proceso completo se realiza en tiempo real, tomando 6 segundos desde que la caja pasa bajo la cámara Web, es clasificada y colocada en las bandejas receptoras.

Una parte fundamental en el diseño mecánico, consistió en colocar y acoplar adecuadamente la cadena que mueve la banda transportadora para evitar pérdida de potencia. La selección adecuada de los motores que mueven las bandejas también es un punto importante dado que se deben evitar atascos para no reducir la capacidad de almacenamiento del producto terminado.

4 conclusiones

En este trabajo se presentó un prototipo funcional de un sistema automático de clasificación aplicado a un almacén de la industria farmacéutica. El sistema se desarrolló exitosamente utilizando el toolbox IMAQ de LabView, que permitió un desarrollo rápido y más simple en comparación con una programación que no es de tipo gráfica. Adicionalmente fue posible realizar diversas simulaciones del sistema previo a su implementación gracias a que LabView cuenta con una interface para SolidWorks, que es el software con que se diseñó la parte mecánica del prototipo. Gracias a la experiencia desarrollando este sistema, como trabajo futuro, se propone utilizar algunas otras características de los objetos a clasificar para darle robustez al sistema, tales como la forma o la textura además se propone realizar una lectura de código de barras para mantener una actualización automática del inventario, sin considerar solamente el número disponible de determinado objeto, sino que además sea posible incluir todas sus características en la base de datos de las existencias.

REFERENCIAS

- [1] Dąbrowski, A., et al., Recognition of Threats in Urban Areas by Means of the Analysis of Video Sequences, IEEE Multimedia Communications, Services and Security, MCSS 2010. Kraków, May 6-7, 2010.
- [2] Bramberger, M., et al., Real-Time Video Analysis on an Embedded Smart Camera for Traffic Surveillance, Real-Time and Embedded Technology and Applications Symposium. Toronto, Canada, May 25-28, 2004.
- [3] Casares, M. and Velipasalar, S., Light-weight salient foreground detection for embedded smart cameras, Proceedings of the ACM/IEEE International Conference on Distributed Smart Cameras. California, USA, September 7-11, 2008.
- [4] Haque, M. and Murshed M., Panic-driven event detection from surveillance video stream without track and motion features, IEEE International Conference on Multimedia and Expo (ICME), Singapore, July 19-23, 2010.
- [5] Posada-Gomez, R., et al., Digital Image Processing Using LabView. In Dr. Silviu Folea Editor (Eds.), Practical Applications and Solutions Using LabVIEW™ Software. 2011: pp. 297-316.
- [6] Wyszecki, G. W. and Stiles, S. W., Color Science: Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulas. 2nd ed. New York, Wiley 2000.