



Información General de la Ponencia

IDENTIFICACIÓN DEL PONENTE

Nombre completo del ponente:	Jorge Luis Calderón Cáceres		
País donde reside:	Perú	Nº de documento de identidad:	07190883
Universidad:	Universidad de San Martín de Porres		
Teléfono de contacto:	969651125	Email:	jcalderonc@usmp.pe

DATOS DE LA PONENCIA

Título	Detección de colores por procesamiento digital de imágenes en un equipo de selección de frutos
Autor principal (Nombre completo)	Ana Milagros Quispe Rodríguez
Co-autores (Nombre completo)	Jorge Luis Calderón Cáceres
Eje temático en el que se inscribe	Mundos digitales y Soluciones TI

RESUMEN DEL PERFIL DEL AUTOR PRINCIPAL

Ana Milagros Janet Quispe Rodríguez. Ingeniera de Computación y Sistemas. Tiene el grado de Maestro en Administración de Empresas de la Universidad de San Martín de Porres (USMP). Tiene un Master en Dirección y Administración de Empresas – MBA en la Escuela Europea de Negocios. Doctorado en Ingeniería de Sistemas de Información en la USMP. Docente de cursos de diseño Web y multimedia, jefe del área de Diseño Gráfico y Multimedia de la USMP y jefe de redacción del Boletín Electrónico Infofia, conferencista sobre Tecnologías de la Información y herramientas Web. Ha elaborado manuales y artículos sobre herramientas de diseño Web, multimedia y usabilidad.

Jorge Luis Calderón Cáceres. Ingeniero Electrónico, inicio su experiencia laboral en la "Fabrica Papelera Trupal". Cursos de Instrumentación en el centro de entrenamiento de la Compañía FOXBORO, en la ciudad de México del Distrito Federal. Jefe de sección del Área de Instrumentación Neumática y Electrónica y Superintendente de Mantenimiento de la Planta química de PVC de "Sociedad Paramonga Limitada". Superintendente de Mantenimiento de la "Planta de Cloro Soda y las Salinas de Huacho". Su experiencia laboral abarca también a la "Planta Liofilizadora del Pacífico". Docente e Investigador de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial y Profesor de los cursos de Instrumentación Industrial y Automatización Industrial y Jefe del Área de Control y Automatización de la Universidad de San Martín de Porres.



Detección de colores por procesamiento digital de imágenes en un equipo de selección de frutos.

Ana Quispe¹, Jorge Calderón²

¹ Área de Diseño Gráfico y Multimedia, Universidad de San Martín de Porres, Av. La Fontana 1250. La Molina. Perú. aquisper@usmp.pe.

² Área de Control y Automatización, Universidad de San Martín de Porres, Av. La Fontana 1250. La Molina. Perú. jcalderonc@usmp.pe.

Resumen

La presente investigación es una evaluación de las técnicas del procesamiento de imágenes y su utilidad en un equipo industrial seleccionador de frutos. Esto con el fin de apoyar a profesionales que sufren una deficiencia de visualización de colores, más conocida como Daltonismo y que se dedican a actividades de evaluación sensorial de la calidad de frutos y actividades de selección del nivel de madurez de los frutos, que por lo general son en base a los colores.

Palabras clave: Daltonismo, Procesamiento de Imágenes, Evaluación Sensorial.

Abstract

This research is an evaluation of the techniques of image processing and its utility in a sorting fruit machine. This is to support professionals who have a visual color deficiency, better known as color blindness and engaged in activities of sensory evaluation of fruit quality and selection activities of the level of maturity of the fruit, so that generally are based on the colors.

Keywords: Daltonism, Image Processing, Sensory Evaluation.

Introducción

Siempre se pensó que los seres humanos serían los únicos que podrían y que serían capaces de lograr separar los frutos según el grado de madurez, hoy en día las técnicas han desarrollado mucho en estos campos, se han desarrollado cámaras digitales que permiten la transmisión de imágenes a través de la Red, existen routers industriales VPN, de fácil configuración y uso, y además se pueden controlar desde cualquier dispositivo con



conexión a internet. Esto reduce drásticamente los costos, porque elimina la necesidad de tener que desplazarse hasta las instalaciones donde se realiza el control de calidad.

La deficiencia de visualización de colores o Daltonismo es un defecto genético que afecta en la mayoría de casos a los hombres y muchas veces su detección ocurre cuando las personas con la deficiencia de color tienen que tomar decisiones en base a los colores que ven. La detección temprana puede hacer que las actividades o tareas sean mejor entendidas y no tomadas como un problema de aprendizaje.

Existen actualmente muchas profesiones que requieren habilidades específicas que son aprendidas en el ámbito técnico o universitario. En el caso de la Industria de Alimentos la selección de los grados de madurez de los frutos y el control de calidad de los mismos implica que las personas que trabajan en estas actividades puedan reconocer los colores sin inconvenientes.

Las empresas pueden apoyarse de herramientas tecnológicas que les permitan asegurarse que las actividades de selección de alimentos se realicen satisfactoriamente. El tema del análisis sensorial es irremplazable pero herramientas como la propuesta en esta investigación puede apoyar cuando las personas se dedican a la selección de los frutos que luego pasará por un análisis de calidad según como han sido seleccionadas.

El procesamiento de imágenes es muy útil cuando es necesario adquirir, transmitir, procesar y representar el color de las imágenes. En el caso de los frutos, el grado de madurez es representado por colores, por ese motivo su uso es muy útil en esta investigación, porque permite mejorar la apariencia visual de las imágenes, apoyando a las personas que tienen que trabajar observando el color de los frutos y en base a ello tomar decisiones de selección.



1. Procesamiento de imágenes

El procesamiento de imágenes digitales nació en los años XX, con la transmisión de imágenes de fotografía periodísticas a través de cable submarino entre las ciudades de Londres y Nueva York. Esto permitió que el tiempo entre emisión y recepción de las imágenes disminuyera de una semana (por Barco) a tres horas (por cable). A partir de esto y durante algún tiempo, se desarrollaron las técnicas de codificación y reproducción de imágenes, logrando pasar en la representación de imágenes de cinco a 15 tonos de gris.

Respecto a la captura de imagen, existen dos principales causas que producen pérdida de información cuando se lleva a cabo este procedimiento: la naturaleza discreta de los píxeles de la imagen y el rango limitado de valores de intensidad luminosa que somos capaces de medir en cada píxel.

En la actualidad, las líneas de procesos agroindustriales requieren para su control de calidad de técnicas del procesamiento digital de imágenes donde el sistema se basa en el análisis realizado sobre las imágenes tomadas con iluminación y cámaras de operación en el visible, analizando el aspecto externo de la fruta y realizando la clasificación de acuerdo al color y los defectos del mismo, de acuerdo a parámetros de evaluación de control de calidad

2. Tecnologías utilizadas en el procesamiento de imágenes digitales

A diferencia del estudio de los mecanismos de la visión humana, el procesamiento de imágenes nace en el momento que se dispone de recursos tecnológicos para captar y manipular grandes cantidades de información espacial en formas de matrices de valores. Esta distinción sitúa al procesamiento de imágenes digitales como una tecnología asociada a las ciencias de la computación, y por tanto, cabe pensar en ellas como una proyección del término visión artificial, dentro del ámbito de la inteligencia artificial. Esqueda y Palafox (2005).

2.1. Cámaras digitales

Dispositivo electrónico utilizado para capturar y almacenar tanto fotografías como videos de manera digital. Existen en el mercado diversos modelos con variadas características según el uso que se le quiera dar al equipo. Se clasifican en cámaras de video digital, cámaras fotográficas digitales, cámaras Web y cámaras IP.

2.1.1 Cámaras de video digital

Es un dispositivo que permite registrar imagen y sonido en un formato digital comprimido ya sea en un dvd, disco duro o memoria flash.

2.1.2 Cámaras fotográficas digitales

Es un dispositivo que permite registrar imágenes y guardarlas en un formato digital con una buena resolución. A comparación de las cámaras basadas en rollo es que permiten la



visualización de las imágenes y editarlas de una manera rápida directamente desde el dispositivo.

2.1.3 Cámaras Web

Dispositivos que se conectan a la computadora, ya sea directamente o de manera inalámbrica y permite captar imágenes y transmitirlos electrónicamente. Es utilizado en diversas actividades como vigilancia, tráfico y videoconferencias.

2.1.4 Cámaras IP

Son aquellas cámaras que emiten imágenes directamente a la red, enviando señales de video y en algunos casos de audio a través de Internet o la red a la que esté conectada. Para su instalación se requiere contar con una dirección IP, su conexión es mediante un router ADSL o XDSL. Como están conectadas a través de Internet se puede acceder a ellas y controlarlas desde cualquier parte del mundo y desde cualquier dispositivo que permita conectarse a Internet. Son equipos compuestos por un lente, sensor de imagen, procesador digital de señal, por un motor de comprensión de la imagen y por su propia unidad central de procesamiento. En el mercado existen diversos modelos, en la presente investigación se utilizó una cámara de marca TRENDnet debido a que las características de la misma se acoplaban a los requerimientos.

2.2. Software para el análisis del procesamiento de imágenes.

El procesamiento de imágenes es un campo muy extenso con un gran número de aplicaciones en la actualidad. Uno de los principales problemas a la hora de abordar la implementación de estos sistemas surge de la necesidad de cumplir unos requisitos cada vez más estrictos: velocidad de procesamiento, flexibilidad, coste económico, fiabilidad, tiempo de desarrollo, etc. En muchas ocasiones cumplir estos requisitos exige la integración de componentes hardware y software en una misma aplicación. Toledo, Suardíaz y Cuenca (2005).

Existen distintas herramientas para la visualización de imágenes mediante un soporte informático. A continuación trataremos con brevedad algunas de ellas.

2.2.1 Matlab

Es un lenguaje de alto nivel que apoya en el cálculo numérico, visualización y programación. Permite analizar los datos, desarrollar algoritmos y crear modelos y aplicaciones. En las aplicaciones se utilizan en diversas maneras, como el procesamiento de señales y comunicaciones, el procesamiento de imágenes y vídeo, sistemas de control, prueba y medida, finanzas computacionales, y la biología computacional.

Matlab se ha convertido en uno de los idiomas predominantes de computación técnica, su popularidad para el análisis de datos, la simulación y el modelado es en gran parte debido a la expresividad del lenguaje, que se aproxima al de las matemáticas escritas. Además,

Matlab proporciona a los usuarios gráficos de gran alcance que permiten la visualización de conjuntos de datos multidimensionales complejos. Travinin y Kepner (2007).

2.2.2 SDC

The SDC Morphology Toolbox for Matlab es un sistema para el análisis de imágenes y procesamiento de señales, compuesto por filtros discretos no lineales, que se pueden aplicar a la segmentación de imágenes, filtrado no lineal, reconocimiento de patrones y análisis de imágenes.

2.2.3 SecurView

Es el software que utilizan las Cámaras IP TRENDnet en los modelos TV-IP110/WN, TV-IP410/WN, TV-IP312/WN y TV-IP422/WN, el cual ayuda en la visualización, gestión y monitoreo de Cámaras IP locales y vía Internet. En este proyecto permitirá captar las imágenes de los tomates.

3. Etapas para el procesamiento digital de imágenes

Cuando se habla de procesamiento digital de imágenes, se hace referencia generalmente, al procesamiento de imágenes bidimensionales mediante un computador digital. El conjunto de elementos, software y hardware, que procesan la señal visual es lo que se denomina un sistema de Procesamiento Digital de Imágenes. Este sistema está integrado por un conjunto de elementos específicos a este tipo de proceso. La “imagen real” pasa por una serie de transformaciones que van desde la adquisición hasta la visualización, pasando por etapas tales como almacenamiento, procesamiento, entre otras. Passariello y Mora (1995).

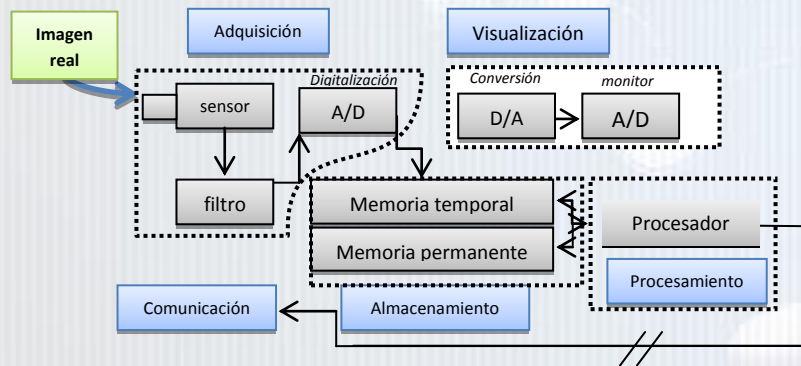


Figura 1. Configuración básica de un sistema de procesamiento digital de imágenes. Passariello y Mora (1995).

En la etapa de Adquisición se diseñan las propiedades de la captura como es el tipo de cámara a utilizarse, la distancia al objeto, cantidad de píxeles, entre otras propiedades. Se requiere para esto contar con un sensor y un digitalizador. Lo que se trata en esta etapa es de convertir un objeto en una representación apta para procesarse en el computador.



En la etapa de almacenamiento, la imagen digitalizada se guarda en una memoria temporal que sirve de soporte al procesamiento y como puente entre la digitalización y la memoria de almacenamiento permanente.

En la etapa del procesamiento de la imagen se ejecutan los algoritmos de conversión de imágenes. Las técnicas que se utilicen son específicas para cada aplicación.

En la etapa de visualización se convierte para que sea compatible con los dispositivos en los cuales se va a visualizar las imágenes.

En la etapa de comunicación implica la conexión de dos o más sistemas de procesamiento de imágenes. Para reducir el tiempo de transmisión se utilizan técnicas de compresión de imágenes.

4. Uso del procesamiento digital de imágenes.

Entre los muchos usos del procesamiento digital de imágenes, específicamente en esta investigación nos centramos en el apoyo durante el control calidad y selección de los alimentos para aquellas personas que sufren algún tipo de deficiencia de visualización de colores, conocidos con Daltónicos, los cuales ven los colores de distinta manera a como lo ven la mayoría de personas.

El Daltonismo es un trastorno de la visión, más frecuente en los varones, en el que hay dificultad para diferenciar los colores. Se debe a un defecto en la retina u otras partes nerviosas del ojo. La primera referencia sobre esta condición se debe al químico británico John Dalton, que padecía la enfermedad. El Dicromatismo es la forma más frecuente de Daltonismo: lo padecen el 7% de los varones y el 1% de las mujeres. Es una alteración que se transmite según un modelo de herencia ligado al sexo. Quispe (2013).

En la figura 2 se muestran 2 filas de imágenes, la primera de las cuales son imágenes visualizadas por alguien con visión normal, mientras en la segunda fila se muestran imágenes percibidas por un daltónico, específicamente con protanopía, es decir el problema de visualizar los colores rojos, también es conocida como dicromacia roja.

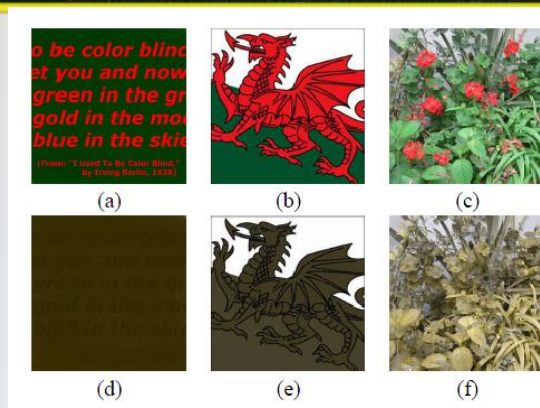


Figura 2. Simulaciones por ordenador que muestran el daltonismo rojo-verde. a-c: Imágenes en color como las ve alguien con visión normal d-f Simulaciones por ordenador que muestran cómo las imágenes son percibidas por un usuario daltónico con protanopía. Jefferson (2007).

4.1. En medicina

En la última década se ha producido un crecimiento en las tecnologías para la producción de imágenes médicas. Por lo general se divide en 3 grandes grupos: asistencia al diagnóstico, asistencia al tratamiento e investigación de la patofisiología de las enfermedades y desarrollo de biomarcadores.

Es importante destacar la gran cantidad de técnicas de procesamiento de imágenes que se tiene al alcance y que se están desarrollando en la actualidad, para convertir diferentes fenómenos en imágenes. Todas estas imágenes. En general, pueden ser visionadas directamente por un experto humano para extraer de ellas las conclusiones pertinentes con el fin de caracterizar su contenido o, como parece más lógico en el campo de la medicina, pueden ser transformadas con el fin de resaltar la información visual requerida, colaborando con un experto humano en la detección de diferentes patologías. Carrión, Ródenas y Rieta (2006).

En el rubro de la medicina existen inconvenientes para Daltónicos en especial en el reconocimiento de la sangre. Algunos de los síntomas de enfermedades como fiebre o palidez son difícilmente detectadas a simple vista, ya que el color de la piel presenta una dificultad para las personas con deficiencia de visualización de color. Asimismo existen síntomas de enfermedades que se presentan con alteraciones del color normal de la piel o de algunos órganos del cuerpo.

Actualmente los doctores con daltonismo deben tener mucho cuidado al momento de evaluar al paciente y pueden ayudarse con instrumentos y equipos electrónicos que los ayuden en el diagnóstico y tratamiento.

Donald MacIntyre en su libro “Colour Blindness” menciona cuales son los problemas más comunes en medicina. MacIntyre (2002):



Impacto y tendencias del conocimiento, las tecnologías y las estrategias de especialización inteligente para el desarrollo sostenible

- Cambios generalizados en el color de la piel, como una palidez, cianosis (labios azules y los dedos) ictericia (piel amarillenta).
- Erupciones en la piel.
- Leer gráficos, diapositivas, impresiones y códigos.
- Evaluación pruebas reactivas de sangre y orina.
- Examen de la retina.
- Detección de sangre en la bilis, la orina, las heces o en el vómito.
- Examen del oído.

Los estudiantes de medicina y los médicos deberían ser examinados para saber si tienen una deficiencia de visualización de color, deberían de haber más estudios sobre los efectos de Daltonismo en la selección de las carreras y especialidades. Spalding (1999).

En el trabajo “Impact of color blindness on recognition of blood in body fluids”, se investigó como el Daltonismo afecta la capacidad de detectar la presencia de sangre en los fluidos corporales, para esto se mostró 94 fotografías de heces, orina o esputo a un conjunto de diez daltónicos y 20 con visión normal que coincidían en edad. La sangre estaba presente en 57 (61%) de las fotografías. Las encuestas se llevaron a cabo para determinar si los internistas certificados habían pensado alguna vez si el daltonismo los afectaría en la detección de sangre y si una investigación sobre el daltonismo es incluido en la entrevista médica estándar. Los resultados mostraron que los daltónicos fueron significativamente menos capaces de identificar correctamente la sangre en comparación con los no daltónicos ($P = 0,001$).

En el trabajo Vision Defect Identification System using knowledge Base and Image Processing Framework se propone un sistema para identificar los defectos de visión, el cual se apoya en la Inteligencia Artificial y en el Procesamiento de Imágenes y apoya a los médicos a conocer cuál es el problema de visión que tiene el paciente. Dahiya (2012).

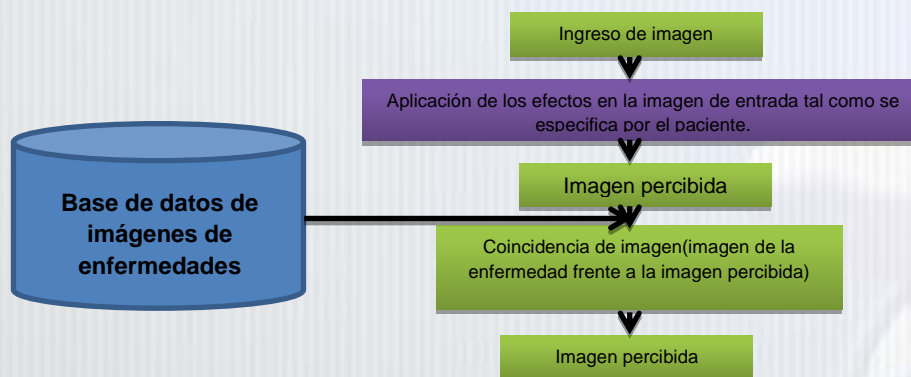


Figura 3. Estructura del Sistema de Identificación de Defectos de Visión. Dahiya (2012).



4.2. En el sector Industrial: en el control de calidad

Para evaluar la calidad de ciertos alimentos las empresas productoras utilizan el análisis sensorial de alimentos, este análisis en base a los sentidos se divide en 3 tipos de análisis: descriptivo, discriminativo y análisis del consumidor. Esta disciplina científica se utiliza debido a que es demostrado que es muy eficiente en el control de calidad y aceptabilidad de un alimento que llega directo al consumo humano y por lo tanto debe cumplir con requisitos en sabor, aroma, color y textura que son importantes para llegar al consumidor.

La evaluación sensorial de los alimentos es una función primaria del hombre: desde su infancia y de una forma consciente, acepta o rechaza los alimentos de acuerdo con las sensaciones que experimenta al consumirlos. De esta forma, se establecen unos criterios para la selección de los alimentos, criterios que inciden sobre una de las facetas de la calidad global del alimento, la calidad sensorial. La evaluación de esta calidad se lleva a cabo mediante una disciplina científica, el análisis sensorial, cuyo instrumento de medida es el propio hombre. Ibañez (2001).

Consultada una de las Industrias de alimentos más conocidas y representativas en nuestro País como lo es Industrias LAIVE, sobre este tipo de control, nos manifestaron que la evaluación sensorial es efectuada por seres humanos.

En la encuesta realizada a docentes que enseñan química, tanto de la escuela de Industrial como de la Escuela de Alimentarias de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de San Martín de Porres, se obtuvo como resultado que en los cursos de Biología, Bioquímica, Microbiología, Química Analítica, Química de los Alimentos, Físico-Química, Análisis de Alimentos y Automatización Agroindustrial, el que un alumno no pueda visualizar correctamente los colores generarían muchos inconvenientes ya que se tienen que realizar actividades de control de calidad y análisis cuantitativos en los resultados que se obtienen.

5. Elaboración de un prototipo seleccionador de frutos y vegetales para la Industria

Este proyecto nace como una necesidad de dar solución a una situación que ha llamado nuestra atención específicamente en el área de la industria, ya que según una evaluación realizada en diversas empresas del medio indican que el tiempo que se pierde en la recolección y separación es un tema que se debería de mejorar. Es importante el reducir el extenso espacio que se debe cubrir para que la separación de productos por su madurez sea lo más rápido posible y que se haga de una manera correcta siguiendo los estándares de calidad establecidos y reduciendo errores que pueden perjudicar la imagen de la empresa.

Como en todos los procesos de la industria, existen riesgos al estar involucrados en parámetros del ojo humano. Al salir de control de parámetros normales de proceso, se



incrementa el riesgo y por lo tanto las probabilidades de registrar pérdidas. Por eso es primordial mantener confiables los sistemas de control de proceso.

En aquellos profesionales que sufren daltonismo y son de la carrera de Ingeniería en Industrias Alimentarias que se dedican al control de calidad y aquellos que en las industrias se dedican a separar los frutos maduros los problemas ocurren si es que el profesional tiene que hacer un control de calidad en los productos alimenticios, ya que a primera vista se definen por los colores.

En la industria alimentaria existe el proceso de control de alimentos, en el que los profesionales egresados de la escuela en industrias alimentarias analizan el color de los frutos para determinar la calidad a través del proceso de evaluación sensorial. En el caso específico del color, el color verdoso en la cascara según sea el fruto, nos indicara que aún no se ha madurado. Si el fruto presenta un color agradable y característico libre de manchas que indiquen deterioro, entonces la fruta ya está en el punto deseado para su procesamiento.

Actualmente existen empresas que aún utilizan a las personas para detectar que un fruto está en buenas condiciones y su color representa su madurez, pero en el caso de los Daltónicos que no puede diferenciar entre el color verde y el color rojo, este proceso se haría muy tedioso e imposible de hacer sin ayuda externa. Por ese motivo para apoyar a esta investigación se elabora un prototipo seleccionador de frutos para la Industria para responder a las necesidades existentes en el control y medición de los separadores de los diferentes alimentos. En una primera parte como prueba del equipo la selección será de tomates.

En la figura 5 podemos ver una comparación de diferentes estados de madures de tomates, en la imagen de la izquierda se aprecia 3 colores: rojo, verde y amarillo. En la imagen de la derecha se hace una simulación de daltonismo, en donde una persona con deficiencia de color rojo verde, es decir con protanopía, vería los tomates con una misma coloración amarilla, lo que haría difícil su selección y separación en los diferentes grados de madurez.



Figura 4. Tomates vistos a través del simulador Chromatic Vision que muestran el daltonismo rojo-verde. En la imagen de la izquierda se muestran los colores con visión normal y la imagen de derecha la simulación a través del software, que muestran cómo las imágenes son percibidas por un usuario daltónico con Protanopía.



5.1. Componentes

En los procesos industriales se requiere una inspección, lo que por lo general se realiza con un equipo de personas colocadas a uno o ambos lados de la cinta o mesa de inspección, la cual se debe elaborar con un material de fácil limpieza ya que el producto fluye constantemente. En el caso específico de los cítricos, los equipos están hechos con barras cilíndricas para que se pueda inspeccionar toda la superficie de la fruta.

Los materiales que se utilizan en la elaboración del prototipo son: Estructura de acero inoxidable, Extensión de PLC, Contactores, Botón de Emergencia, llave termo magnética de encendido, Variador de velocidad, Conector de salidas y entradas, Botones de control, Cámara IP TRENDnet, Motor de 220 voltios, Electroválvulas de 3/2, Electroválvulas de 5/2, Unidad de servicio o de mantenimiento, Leds, Rodillos, 3 Engranajes, 3 Fajas, Tablero de control, Manguera neumática y Mica acrílica.

5.2. Estructura y distribución

El prototipo consta de 4 partes hechas con acero inoxidable, primero el esqueleto de la estructura, la bandeja donde va la faja transportadora, el recipiente donde va la cámara IP con los leds (figura 6), que se encargaran del detector de los tomates, y el recipiente donde irán los tomates antes de entrar a la faja transportadora.



Figura 6. Cámara IP y leds.

Al depositar los tomates en la cavidad, estos se separan en la caída uno por uno ya que se tiene implementado un dispositivo hecho de metal en forma de V, con el fin que llegue a la entrada del recipiente donde se encuentra la cámara. Los tomates se van colocando uno a uno con ayuda de un pistón que los separa.

Una vez dentro de la cabina, se detectara las características del tomate, diferenciándolos si es rojo, verde o amarillo, en esta cabina implementamos un espejo y los leds por todo el



contorno de la cabina para que este bien iluminada ya así se mas fácil la lectura por parte de la cámara.

Debajo de la bandeja de la faja se encuentran los rodillos con el motor y engranajes para mover la faja transportadora en una canastilla que facilita la conexión, junto con la parte eléctrica del proyecto.

Finalmente existen 3 salidas de la faja transportadora que serán por donde salen los tomates según el color o características vistas en el recipiente donde se encuentra la cámara IP.

5.3. Funcionamiento del prototipo

El elemento neumático del prototipo consta de:

- 2 pistones de doble efecto de 16mm x 80 mm en donde un cilindro se acciona para separar los tomates verdes y el otro cilindro se accionará para separar los tomates amarillos.
- 2 pistones de doble efecto de 16 mm x 40 mm en donde un cilindro cumple la función de abertura y cierre para dejar pasar los tomates una vez que pasen por el embudo.
- 4 electroválvulas neumáticas 5/2 que cumplen la función de abrir y cerrar el paso del aire que activaran los cilindros.
- Una manguera neumática que cumple la función de circular el flujo de aire a través del circuito neumático.
- 8 reguladores de velocidad que controlan el flujo de aire hacia los pistones y por ende la variación de la velocidad de los mismos.

En este prototipo se utiliza 4 cilindros neumáticos, el primero se ubica en la caída del alimentador, para regular el paso de un solo tomate, este cilindro se apoya en un canal en forma de “V” para que el paso del tomate sea uno por uno. En segundo en la caja que contiene a la cámara IP, que cumplirá la función de detener el tomate para su análisis de color. En tercer cilindro se ubica en la faja transportadora (figura 7), para que pueda separar el tomate que no corresponde a la coloración adecuada y no continuar con el recorrido por la faja. Por último el cuarto cilindro ubicado en otro punto de la faja para separar los tomates que tienen otra coloración.



Figura 7. Faja transportadora.

Cabe señalar que el dispositivo discrimina los tomates en base a 3 colores que serán programados en la cámara IP.

En este prototipo se utiliza un motor de 220 voltios el cual genera el torque necesario para poner en movimiento los rodillos para la faja transportadora y para que sean separados los tomates. Tiene un variador de velocidad, el cual permite acelerar o desacelerar la velocidad del motor, de acuerdo a las necesidades de aumentar o disminuir el paso de los tomates por la faja transportadora, hallándose una velocidad promedio que permita la detección y diferenciación de colores de los tomates por medio de la cámara IP y la separación de los tomates rojo, amarillo y verdes de la banda transportadora.

En el tablero se controla el encendido y apagado de la faja transportadora mediante un sistema start/stop. Asimismo se cuenta con un programa para el control de la cámara y un controlador lógico programable (PLC), que se encarga de procesar la información de entrada para posteriormente generar señales de apertura o cierre de electroválvulas.

Conclusiones

Esta investigación se realizó, debido a que no hay mucha información referente a las aplicaciones de las cámaras IP como apoyo a trabajadores que trabajan en la Industria y que sufren de Daltonismo, donde definitivamente no podrían desempeñarse en las labores de selección de frutas y el control de calidad.

La agroindustria requiere cada día, dada la gran demanda de frutas en el mercado, de tratar con volúmenes considerables para el mercado nacional e internacional, por ese motivo se necesita que las empresas estén preparadas para hacer su control de calidad de una manera óptima y con especial apoyo de la tecnología.



Es importante conocer también que hoy en día la tecnología ha evolucionado grandemente y ahora existen sensores de colores para lograr un mejor y eficiente reconocimiento de los colores en las frutas, mas esto será motivo de otra una mayor investigación.

La Industria en un futuro no muy lejano se verá beneficiado con los avances tecnológicos que estamos seguros llevarán al límite y con más inteligencia artificial, en los diferentes campos o sectores ya sea Industriales, Medicina, Agricultura, etc.

Referencias

Carrión, P.; Ródenas, J.; Rieta, J. (2006). Ingeniería Biomédica. Imágenes médicas. 1ra ed. Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha.

Dahiya, V.; Srinivasan, P. (2012). Vision Defect Identification System (VDIS) using Knowledge Base and Image Processing Framework. International Journal of Research in Computer and Communication Technology, Vol. 1, No. 1, pp. 001-006.

Esqueda, J.J.; Palafox, L.E. (2005). Fundamentos de procesamiento de imágenes. 1ra ed. Editorial Universidad Autónoma de Baja California.

Ibañez, F.C.; Barcina, Y. (2001). Análisis sensorial de alimentos. Métodos y aplicaciones. 1ra ed. Springer-Verlag Ibérica.

Jefferson, L.; Harvey, R. (2007). An Interface to Support Color Blind Computer Users. SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, Vol.1, pp. 1535-1538.

MacIntyre, D. (2002). Colour Blindness. Causes and Effects. 1ra ed. Dalton Publishing.

Passariello, G.; Mora, F. (1995). Imágenes médicas. Adquisición, Análisis, Procesamiento, Interpretación. 1ra ed. Ediciones de la Universidad Simón Bolívar.

Quispe, A. (2013). Usabilidad Web para usuarios daltónicos. V Congreso Iberoamericano SOCOTE - Soporte del Conocimiento con la Tecnología, Vol.1, pp. 234-243.

Spalding, J. (1999). Colour vision deficiency in the medical profession. British Journal of General Practice, Vol. 49, pp. 469-475.

Toledo, A.; Suardíaz, J; Cuenca, S. (2005). Entorno de codiseño para sistemas heterogéneos de procesamiento de imagen. XXVI Jornadas de Automática, Vol.1, pp. 1113-1120.

Travinin, N.; Kepner, J. (2007). Matlab Parallel Matlab Library. International Journal of High Performance Computing Applications, Vol.1, pp. 336-359.