

INSPECCIÓN DE COLOR: UNA VIGILANCIA TECNOLÓGICA

COLOR INSPECTION: A TECHNOLOGY WATCH

Autor 1: *Andrés Felipe Calvo Salcedo, Autor 2: **Ing. Carlos Alberto Henao Baena,

*Universidad Tecnológica de Pereira, **Tecnoparque/SENA Nodo Pereira Línea de Electrónica y Telecomunicaciones

afcalvo@utp.edu.co, chenaob@sena.edu.co

RESUMEN

La medida de color, es una de las tareas básicas y fundamentales de los sistemas de visión por computador y se considera que es una de las etapas elementales para aplicaciones de control de calidad, automatización, segmentación de objetos, video vigilancia, entre otras.

En este documento se presenta una vigilancia tecnológica en la temática de inspección de color, con el propósito de enseñar la potencialidad que puede ofrecer esta temática en el sector académico investigativo así como en el desarrollo tecnológico aplicado al caso Colombiano.

Cabe mencionar que técnicas como la vigilancia también permiten realizar un seguimiento y autoanálisis de las falencias y fortalezas en aspectos investigativos tanto a nivel nacional como internacional, con el fin de conocer el estado en general de las diferentes técnicas de investigación desarrolladas y de los diferentes usos que se le dan en

los sectores tales como la agricultura, salud, industrial, metalúrgico, textil, alimentario, entre otros.

PALABRAS CLAVE—Vigilancia Tecnológica, Inspección de Color, Aprendizaje de Máquinas.

ABSTRACT

The color measurement, is one of the basic and fundamental tasks of computer vision systems and it is considered to be one of the basic steps for applications such as quality control, automation, object segmentation, video surveillance, among others.

This paper presents a technological surveillance on color inspection, with the purpose of teaching the potential things this subject can do on research academic sector and technological development for Colombia's needs.

It is noteworthy that techniques like monitoring can also track and auto-analyze the weaknesses and strengths for both nationally and internationally levels research aspects, in order to meet the general condition of the different developed research techniques and the different uses that they are given in sectors such as agriculture, health, industrial, metallurgical, textile, food, among others.

1. INTRODUCCIÓN

La sensación de color producida en la retina originada por los rayos de luz reflejados por un objeto sólido, obedece a una adaptación biológica que le permite al individuo extraer

información del mundo físico con el cual interactúa y varía según la configuración biológica de conos y bastones en cada persona

Cognex (2016) dice “La inspección del color de un producto terminado es una actividad muy común en diferentes actividades industriales como son: la inspección de terminados” (p.3), Ferreyros Cat (2010) nos dice “la inspección del nivel de polarizado de los vidrios de un vehículo, entre otros” I. de Diseño y Fabricación (2003) automoción.

Sin embargo, el proceso de verificación en ocasiones es realizado por personal calificado mediante la inspección manual y visual, siendo este un método poco eficiente y de baja rigurosidad debido a los errores humanos como agotamiento físico, pérdida de atención entre otros).

Universidad Politécnica de Valencia (2003) expone “El aumento en la demanda de productos y los estándares de calidad han forzado a la implementación de procedimientos (sistemas automáticos) que permitan identificar cualquier irregularidad en los productos fabricados u ofrecidos, sin alterar los tiempos de producción” F. Cat. (2010), J. Bruce et al (2000), K. van de Sande (2010) et al.

Lo anterior no sólo aumenta la calidad del producto si no la percepción de satisfacción del cliente, por otro lado, en el caso Colombiano no se reporta un estudio de caso, que pueda responder a ¿cómo esta temática puede aportar al desarrollo productivo del país? Y ¿qué sistemas y desarrollo pueden ayudar a la solución de este problema?

En este trabajo se realiza un caso de estudio aplicando la metodología de vigilancia tecnológica en intervalo de tiempo 2000 – 2015, para la inspección de color identificando sus aplicaciones académicas e industriales tanto a nivel regional, nacional e internacional, para así establecer oportunidades de desarrollo investigativo y tecnológico. Para lo anterior se vigilan cinco sub temáticas, descriptores de color, clasificadores de color, segmentación de color reconocimiento y detección de patrones en modelos color y finalmente las aplicaciones en diferentes áreas de la ciencia.

Este documento se encuentra organizado así, en la primera sección se introduce el marco teórico y metodológico utilizado, luego se reportan los resultados y los respectivos análisis, finalmente se presentan las conclusiones del estudio del caso.

2. CONTENIDO

1. METODOLOGÍA DE DESARROLLO

Vargas y Castellanos (2005) nos explica “Se utilizó la vigilancia tecnológica para identificar las tendencias, capacidades en investigación y desarrollo tecnológico a nivel nacional e internacional en la temática relacionada con la inspección de color siguiendo el procedimiento enseñado” Castellanos, O.F (2006) et al, Castellanos, Oscar et al (2005)

Con el objetivo de identificar las tendencias y el desarrollo de la temática en Colombia, se utilizó como indicador de desarrollo científico, el número de publicaciones académicas (artículos académicos, memorias de congresos o conferencias, proyectos de grado a nivel de pregrado o postgrado) de investigadores nacionales. Similarmente como métrica de desarrollo tecnológico se recopilaron las patentes registradas durante el período de interés (2000 - 2015) en base a la base de datos de la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC), por otro lado como parámetro de capacidad de investigación se realizaron búsquedas en la base de datos ScienTi Xactas con el objetivo de identificar las instituciones y grupos de investigación que han desarrollado productos científicos o tecnológicos en el tema que se vigila. De otro lado en la vigilancia tecnológica internacional se utilizó el número de publicaciones científicas y patentes como indicadores de la tendencia en investigación y desarrollo tecnológico respectivamente en el período comprendido entre 2000 y 2015.

En la implementación de la metodología se realizaron consultas en bases de datos suscritas con información estructurada, en el caso internacional las bases de datos utilizadas fueron IEEE XPLORE, Science Direct y Engineering Village y Depatisnet. Las palabras claves y/o expresiones Booleanas (ver cuadro 1) adoptadas para la búsqueda se construyeron con el propósito

de encontrar el mayor número de elementos posible relacionadas con la temática de clasificación de color, por último las expresiones de búsqueda fueron validadas por investigadores en la materia.

Depuración y validación, procesamiento de datos y análisis de resultados.

Palabra	Conector
Color Space	OR
Color Descriptor	OR
Espacio de Color	OR
Color Classification	OR
Clasificación de Color	OR
Color Segmentation	OR
Segmentación de Color	OR
Color Recognition	OR
Reconocimiento de Color	OR
Color Detection	OR
Detección de Color	OR
Color Aplication	OR

Cuadro 1: Lista de palabras claves utilizadas.

A partir de los registros descargados se construyó una base de datos en Microsoft Office Excel para cada indicador (artículos científicos, patentes, tesis de grado, grupos de investigación). Estas bases de datos fueron sometidas a un proceso de validación que consistió en extraer únicamente

los registros relacionados con las áreas (de la temática) que se vigilan. Para lo anterior se realizó búsqueda en el título del documento, en las palabras claves y en todos los casos en el resumen del registro con el propósito de relacionar este con el tema a vigilar.

Luego y de acuerdo con el contenido, los registros fueron clasificados y agrupados en alguna de las cinco áreas de la temática que se vigila. De este modo se realizó el análisis de los datos, así como el aporte de cada uno de los registros a cada una de las áreas definidas para la temática de interés.

1. DISEÑO DE ESTRATEGIAS E IMPACTO

En función de los resultados obtenidos se identificaron las debilidades y los desafíos para la academia colombiana en lo que respecta a cada área vigilada. Estas debilidades y desafíos fueron identificados luego de realizar un análisis comparativo entre la vigilancia tecnológica nacional contra la vigilancia tecnológica internacional. Finalmente se dan recomendaciones para el direccionamiento estratégico de la investigación en la temática abordada expresando la relevancia en la materialización de los resultados sugeridos en la presente vigilancia.

2.RESULTADOS

En esta sección se presenta los resultados de las búsquedas realizadas en las diferentes bases de datos suscritas.

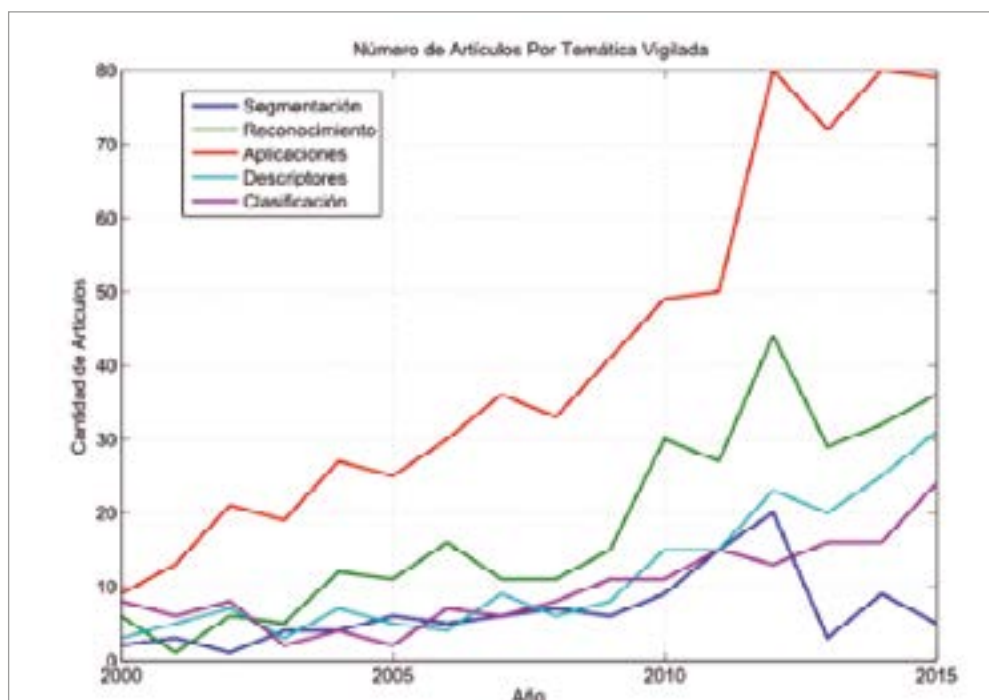


Figura 1: Evolución número de publicaciones por año por sub – temática vigilada.

La dinámica de publicaciones permite identificar la generación de conocimiento a partir del desarrollo de productos de investigación y el comportamiento de la misma dado un intervalo de tiempo.

En este caso, se encontraron 1422 registros para el período 2000 – 2015, en el cual se observa una tendencia positiva en el número de publicaciones en el área vigilada figura 1, claramente se evidencia una correlación entre la generación de aplicaciones y el desarrollo a nivel elemental (descriptores de color, clasificación de color y los demás), lo anterior indica que para dar origen a generación de productos aplicados debe existir generación en conocimiento a nivel de ciencia básica o apropiación de conocimiento elemental.

Los cuales fueron publicados en 658 revistas (Journal,

conferencias, simposios y congresos). Del total, 26 revistas concentran el 22% del total de las publicaciones, algunas revistas destacadas son, Pattern Recognition y Pattern Recognition Letters de la sociedad internacional de reconocimiento de patrones y la conferencia internacional de procesamiento de imágenes (ICIP). Por otro lado, durante el período vigilado participaron autores de 70 nacionalidades distintas.

Estos autores se encuentran asociados a 963 instituciones incluyendo universidades, laboratorios, ministerios y otros centros de investigación.

3. ANÁLISIS EN DESCRIPTORES DE COLOR

En el período estudiado y en función de la base de datos construida se reportaron 186 (13%, ver figura 2) publicaciones relacionados con el tema de descriptores de color.

Se observa una dinámica creciente en el número de publicaciones. Respecto a las nacionalidades de las instituciones de investigación cabe mencionar a los países de China, Estados Unidos, La India, Korea y el país europeo de Francia los cuales son referentes obligatorios en esta temática.

En general, las investigaciones centradas en la temática, se concentran en la construcción de nuevos descriptores de color debido a la necesidad de formular transformaciones de espacios de color que sean robustas frente a

diferentes fenómenos fotométricos; se reportan artículos donde se evalúan experimentalmente el rendimiento de una colección de descriptores frente a diferentes condiciones físicas así como reportes de casos y artículos de revisión donde se describen ventajas y desventajas de los descriptores que hacen parte del estado del arte.

4. ANÁLISIS EN CLASIFICACIÓN DE COLOR

En la segunda temática vigilada se publicaron 157 artículos (11%). En general, las investigaciones se enfocan en la extrapolación de técnicas y mejoras desarrolladas en el área de aprendizaje de máquinas aplicadas a la temática de clasificación de color. En general los métodos comunes de clasificación de color hacen uso de técnicas de aprendizaje supervisado y no supervisado.

Por otro lado, la mayoría de las publicaciones provienen de cinco sociedades China, Estados Unidos, India, Japón y España, las anteriores acaparan el 52.87% del total de artículos identificados en la temática de clasificación de color.

5. ANÁLISIS EN SEGMENTACIÓN DE COLOR

En la tercer área vigilada se publicaron 102 documento (7.29%, ver cuadro 5), se observa una dinámica fluctuante con tendencia negativa (ver figura 5) en la cantidad de artículos publicados por año, análogamente la mayoría de las publicaciones provienen de tres sociedades

China, Estados Unidos y Francia, las cuales elaboraron en conjunto el 53.92% de las publicaciones totales identificadas.

Análogamente, las investigaciones se enfocan en la elaboración de nuevas técnicas de segmentación en base a los datos (imágenes), por ejemplo se reportan técnicas de segmentación de color únicamente para piel humana (manos y cara de personas), en el campo de la agricultura se reportan métodos para la segmentación de frutas, también se reportan técnicas de segmentación de color en ambientes naturales (parque, autopistas, bosques, etc), en el campo de la medicina se reportan técnicas para la segmentación de núcleos de células en imágenes de microscopía, en el campo de la seguridad vial se proponen métodos de segmentación de color para señales de tránsito, adicionalmente también existen métodos de segmentación de color para imágenes con alto nivel de contaminación causada por fenómenos fotométricos

6. ANÁLISIS EN RECONOCIMIENTO Y DETECCIÓN DE PATRONES BASADOS EN COLOR

En el área de reconocimiento y detección de patrones se identificaron 292 (21%) publicaciones. análogamente la mayoría de las publicaciones provienen de tres sociedades China, Estados Unidos y Francia, las cuales elaboraron en conjunto el 53.92% de las publicaciones

totales identificadas. Los trabajos realizados se centran en la elaboración de nuevas técnicas que permiten detectar ciertos objetos (piel humana, automóviles, señales de tránsito, rostro humanos, células cancerígenas) de interés en una imagen a color haciendo uso de técnicas de procesamiento de color (descriptores) y métodos propios del aprendizaje de máquinas, así como la extracción de características para la inferencia de conocimiento dado un conjunto de datos que representan una entidad a color (imagen, parche, un video, etc).

7. ANÁLISIS EN APLICACIONES

En la última área vigilada se publicaron 664 (47%) trabajos. La mayoría de los documentos (65.75%) provienen de cuatro naciones, estas es su respectivo orden China, India, Estados Unidos y Korea.

Se identificaron artículos científicos en áreas muy diversas, por ejemplo en el tema de vigilancia y seguridad donde inspeccionar color juega un rol importante debido a que un sistema experto debe estar en la capacidad de detectar, segmentar y clasificar piel, manos, ojos y rostros humanos,

Por otro lado, en la medicina las aplicaciones son bastante amplias, por ejemplo se reportan investigaciones que permiten inferir el estado del páncreas y el hígado humano en función de la intensidad del color de los labios, por medio de técnicas de procesamiento y segmentación de

color, por otro lado en el campo de la detección oportuna de enfermedades mortales (cáncer) se reportan trabajos que aplican inspección de color muestra de tejido. Entre muchas otras aplicaciones en otros campos.

8. AVANCES EN DESARROLLO TECNOLÓGICO EN LA TEMÁTICA DE INSPECCIÓN DE COLOR

La dinámica del registro de patentes ha mostrado fluctuaciones con tendencia positiva en el intervalo vigilado (ver figura 3). En el período 2000–2015 se identificó un total de 739 patentes relacionadas con la temática de inspección de color.

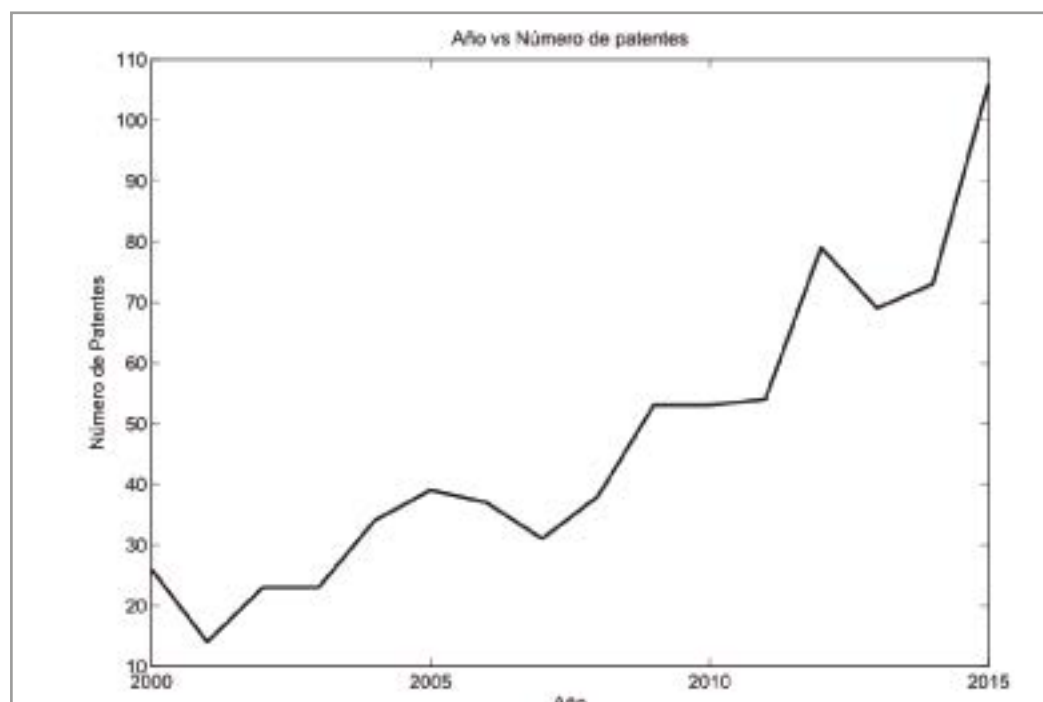


Figura 2: Evolución número del desarrollo tecnológicos por año

En general el desarrollo de tecnología relacionada con la inspección de color ha estado orientado a la temática de procesamiento de imágenes, las aplicaciones reportadas son similares a las identificadas en el estado del arte así

como su campo de acción, destacándose la aplicaciones en área de la medicina más exactamente en la detección objetiva de enfermedades y patologías, sin embargo se reportan avances en lo que respecta a sistemas embebidos o microprocesadores que realizan diferentes tareas de inspección de color en diferente aplicaciones industriales.

8. DESARROLLO NACIONAL Y TENDENCIAS EN INVESTIGACIÓN EN LA TEMÁTICA DE INSPECCIÓN DE COLOR EN COLOMBIA

En la presente sección se analizaron los registros nacionales en las diferentes bases de datos consultadas con el propósito de conocer las capacidades de investigación de la nación en la temática de inspección de color.

Como resultado se identificaron, validaron y se clasificaron 30 registros que datan en el período 2000 – 2015. El 53.33% del total de publicaciones corresponden al área de aplicaciones, por otro lado el 20.00% a la sub temática de descriptores de color, el restante 26.67% de las publicaciones se distribuye en la otra 3 categorías.

3. CONCLUSIONES

En función de los análisis antes mencionados Colombia presenta una baja dinámica y participación en Investigación Científica - Aplicada y desarrollo tecnológico en el mundo. A nivel internacional, las publicaciones científicas y el

desarrollo tecnológico (a nivel de publicaciones) evidencian una fuerte correlación tal como se evidencia en la figura 1.

A nivel internacional el área de investigación más evolucionada es el desarrollo de aplicaciones, incluyendo el caso Colombiano, lo cual puede ser relevante para el fortalecimiento de diferentes sectores de importancia económica nacional.

A nivel mundial las aplicaciones son muy diversas, desde aplicaciones en el campo industrial hasta aplicaciones científicas (astronomía), sin embargo en la primera, los desarrollos se han concentrado en producción de tecnología para diferentes sectores tales, como el sector metalmecánico, alimentario, la industria de la construcción, el sector de la vigilancia, la agroindustria, el sector salud entre otros, estos dos últimos con aportes de investigadores nacionales.

Como oportunidad se identifica una necesidad en el sector agroindustrial, estas se definen en base a la capacidad de investigación existente y de los avances en materia de articulación con los centros de investigación y el sector empresarial nacional, en miras de dar solución a las diferentes problemáticas de producción y promover nuevos procesos de innovación.

Con relación a esto, la temática de inspección de color cuenta con investigadores nacionales que vienen promoviendo prototipos para resolver algunos problemas

del sector agropecuario, relacionado netamente con la labor productiva. Rugeles et al. (2010) dice “Sin embargo es necesario trabajar fuertemente para lograr una articulación conjunta de tales investigadores y aumentar su número en los temas de mayor déficit y trabajando en conjunto en las zonas geográficas donde se encuentra ubicada la agroindustria, Valle del Cauca y la Costa Atlántica” (p.25).

Como se enseña, la vigilancia tecnológica permite la realización de análisis en lo que respecta a avances y tendencias en investigación y desarrollo tecnológico, más exactamente la técnica permitió vigilar cinco temáticas en el área de inspección de color. Lo anterior permitió, presentar las grietas existentes y los desafíos en términos de investigación aplicada y desarrollo de prototipos de base tecnológica aplicados al caso Colombiano.

Cabe mencionar que el producto de vigilancia tecnológica no es la solución a la falta de competitividad del sector productivo de una sociedad o nación, por el contrario es una herramienta que permite la toma de decisiones, lo cual permite disminuir el riesgo en una entidad basado en los análisis de los resultados derivados del ejercicio de vigilancia.

Por último los estudios realizados a partir de vigilancia tecnológica no sólo deben ser elaborados por gremios productivos o inventores, si no por el contrario debe ser una metodología corrientemente aplicada por grupos y semilleros de investigación, centros de investigación y profesionales con el propósito de actualizar las tendencias

en investigación y el desarrollo tecnológico, lo cual evitaría el abordaje de temáticas que ya se estén estudiando así como la toma de decisiones sin un documento o estudio previo.

4. BIBLIOGRAFÍA

Castellanos, O.F., C. Jiménez, A. Sinitsyn, V.M. Montañez. O Sinitsyna. (2006). La vigilancia tecnológica como instrumento de integración estratégica entre grupos de investigación a nivel internacional. Ponencia presentada en el Congreso Internacional de Información info, la Habana Cuba.

Castellanos, Oscar; Vargas, Freddy; (2005). Vigilancia como herramienta de innovación y desarrollo tecnológico. Caso de aplicación: sector de empaques plásticos flexibles. Ingeniería e Investigación, agosto, 32-41.

Cognex, C (2016). When to choose a color vision system for you're the application.

F. Cat. (2010). Máquinas selectoras de color, diseñadas con la tecnología ideal para producir los mejores granos. Ferreyros Cat.

I. de Diseño y Fabricación automoción. (2003). Control de calidad mediante Visión Artificial. Universidad Politécnica de Valencia, Folleto Técnico.

J. Bruce, T. Balch, and M. Veloso. (2000) Fast and inexpensive color image segmentation for interactive robots. In Intelligent Robots and Systems. (IROS 2000). Proceed-6 ings. 2000 IEEE/RSJ International Conference on, volume 3, pages 2061-2066 vol.3, 2000.

K. van de Sande, T. Gevers, and C. Snoek. (2010). Evaluating color descriptors for object and scene recognition. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 32(9):1582–1596.

Oliveros-Tascón, C. E, & Sanz-Urbe, J. R. (2011). Ingeniería y café en Colombia. Revista de Ingeniería, (33), 99-114.

Rugeles, L., Ávila, J., Morales, A., Huertas, A., Guaitero, B., & Bonilla, C. (2016). Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena de hortalizas en Colombia: salsa de ají. Ministerio de agricultura y desarrollo rural: universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano Universidad nacional de Colombia.

Universidad politécnica de valencia (2003). Desarrollo de un sistema de visión artificial para el control eficiente de pulverizadores de cera en el tratamiento cosecha de la fruta.

Universidad politécnica de valencia (2009). Diseño y fabricación de un sistema de control de calidad mediante visión artificial.