

Diseño e implementación de un sistema para detección y conteo de Brocas de Café mediante un sistema de visión por computadora

SÁNCHEZ-MEDEL, Luis Humberto*†, MIRÓN-CHACÓN, María José, AVENDAÑO-CORTES, Isaías, GONZALEZ-SOBAL, Juan Manuel

Departamento de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Instituto Tecnológico Superior de Huatusco

Recibido Junio 15, 2017; Aceptado Noviembre 21, 2017

Resumen

La broca es considerada como el principal insecto plaga en todos los países productores de café por su alta capacidad de reproducción, debido a que merma la producción efectiva al perforar los granos de café y alimentarse del interior del fruto del café. En México existen diversas trampas para el insecto, algunas llamadas artesanales y otras comerciales sin embargo la efectividad de las trampas depende de la densidad en el área a tratar y el análisis de los datos. El conteo de las brocas atrapadas es esencial para el reposicionamiento de las trampas las cuales que pueden cubrir un diámetro de 20 metros alrededor de la misma. Sin embargo el conteo se realiza de forma manual mediante pinzas separando a las brocas de la trampa. Una sola trampa puede contener al menos 200 brocas, lo cual hace que el conteo sea lento y susceptible a errores. El sistema de visión por computadora implementado es un agente inteligente que busca en la imagen tomada de la trampa aquellas formas geométricas candidatas a ser brocas desechando aquellos insectos, tierra y hojas que pueden provocar falsos positivos en condiciones de luz compleja además agiliza el proceso de conteo de los insectos.

Brocas, Visión por computadora, agente inteligente

Abstract

The borer is considered the main pest insect in all countries coffee producers due its high reproductive capacity, because it reduces effective production by drilling the coffee beans and feeding from the interior of the coffee fruit. In Mexico there are several traps for the insect, some artisanal and other commercial calls, however, the effectiveness of the traps depends on the density in the area to be treated and the analysis of the data. The counting of the trapped borers is essential for the repositioning of the traps which can cover a diameter of 20 meters around it. However, the counting is done manually by tweezers separating the borers from the trap. A single trap can contain at least 200 drills, which makes counting slow and error prone. The computer vision system implemented is an intelligent agent that searches in the image taken from the trap those candidate geometric shapes to be borers discarding other insects, dirt and leaves that can provoke false positives in complex light conditions also streamlines the counting process Of insects.

Borer, Computer Vision, Intelligent Agent

Citación: SÁNCHEZ-MEDEL, Luis Humberto, MIRÓN-CHACÓN, María José, AVENDAÑO-CORTES, Isaías, GONZALEZ-SOBAL, Juan Manuel. Diseño e implementación de un sistema para detección y conteo de Brocas de Café mediante un sistema de visión por computadora. Revista de Tecnología e Innovación.2017, 4-13: 60-67

†Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

El cultivo de café para la región de Huatusco, significa fuente de ingresos tanto para los productores como para los jornaleros que participan en la cosecha del fruto. Por la derrama económica que genera en la recolección del grano, se le considera un cultivo socio-productivo muy importante, ya que coadyuva en la estabilización social de la población dependiente que aporta la mano de obra no calificada, debido a las condiciones particulares donde se desarrolla este cultivo.

La broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari), es la plaga más importante en plantaciones comerciales de café en prácticamente todos los países productores del mundo. La apariencia física se muestra en la Figura 1, siendo su tamaño real de apenas unos milímetros. Todas las variedades y especies comerciales de café son atacadas por este insecto y su ataque reduce el rendimiento y merma la calidad del grano.



Figura 1 Insecto plaga broca del café

Una de las actividades de mayor impacto en el sector cafetalero, en los últimos 10 años ha sido el trapeo, el cual consiste en colocar trampas artesanales con atrayente, y tiene como finalidad la de capturar la mayor cantidad de insectos hembras durante el periodo en que no hay frutos susceptibles de ser atacados (periodo inter-cosecha).



Figura 2 Trampa para broca del café

El endosulfan es una sustancia plaguicida que se ubica en un contenedor plástico ubicado cada 500 metros como se muestra en la figura 2, el cual es auxiliado por una sustancia atrayente.

Sin embargo la broca de café ha encontrado ser resistente a estos químicos con el paso del tiempo, ya que la mayor parte de su vida transcurre en el interior del fruto del café donde los productos químicos que funcionan por contacto no tienen posibilidades de llegar por lo que la plaga se fue paulatinamente hacia otras entidades cafetaleras del país como se muestra en la Figura 3.



Figura 3 Broca alimentándose desde el interior del café

Investigadores del colegio de posgraduados del estado de Veracruz han determinado que esta trampa es la que mayor número de brocas puede capturar. El principal problema a que se enfrentan es el realizar el conteo de organismos capturados en la trampa, ya que dicho proceso lo realizan de forma manual.

Personal supervisor, toman de las trampas instaladas en los cafetos las placas con adhesivo y las trasladan a sus oficinas donde realizan el conteo de cada uno de los organismos atrapados de forma manual, llegándose a tardar en promedio de 2 a 3 horas por cada tableta.

Metodología

La determinación del número de brocas de café es realizado mediante un sistema de visión por computadora implementado en LabVIEW. El sistema cuenta con las siguientes fases:

- Adquisición de imagen mediante webcam
- Extracción del plano de color
- Umbralización de la imagen
- Operaciones morfológicas
- Detección de círculos
-



Figura 4 Imagen de trampa adherente para broca de café

Adquisición de la imagen

La adquisición de la imagen es realizada mediante una cámara web a 12 Mega Píxeles, a 20 centímetros del objeto en fondo no complejo con alto contraste como se muestra en la Figura 4.

Se implementó una etapa de pre-procesamiento del color para obtener la imagen en RGB normalizada, la cual mejora la calidad del color, sin alterar su tono para su distinción; aunque el sistema tiene un ambiente controlado, se empleó este algoritmo para que en avances futuros pudieran realizarse pruebas cambios de iluminación como es el caso de la luz solar. Se emplearon el conjunto de ecuaciones 1, 2 Y 3.

$$R=R/(R+G+B) \quad (1)$$

$$G=G/(R+G+B) \quad (2)$$

$$B=B/(R+G+B) \quad (3)$$

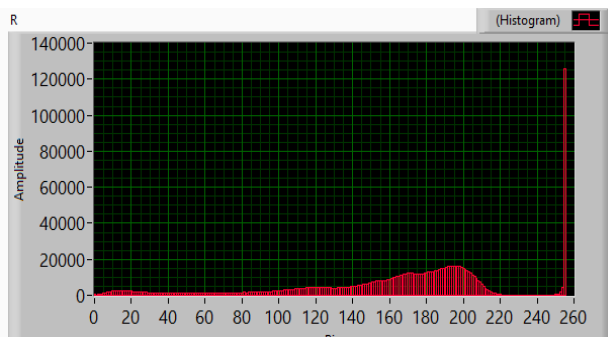


Figura 5 Histograma R

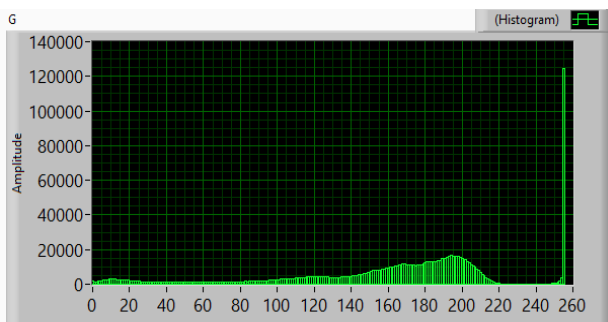


Figura 6 Histograma R

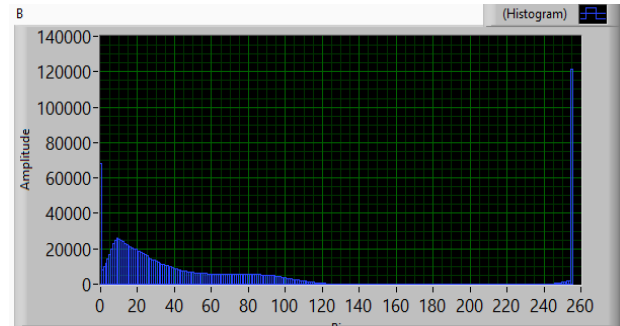


Figura 7 Histograma R

Análisis de la imagen

La imagen se analiza mediante un histograma con objeto de conocer los niveles de colores incidentes, debido a que las trampas de café son de colores sólidos (amarillo o naranja) facilitan el proceso de detección de las brocas de café. La combinación de la información obtenida de los histogramas de las figuras 5 (rojo) y 6 (verde) indican que la imagen contiene un color amarillo en casi toda el área; no obstante el histograma de la figura 7 (azul) indica que hay zonas oscuras con baja incidencia.

Al conjuntar la información de los 3 histogramas se observa que los elementos que conforman el fondo de la imagen y los objetos de interés están separados, por lo que existe un alto contraste.

Plano de color

La selección del plano de color debe de facilitar la umbralización de la imagen por lo que es deseable que la imagen contenga un alto contraste entre aquellas características deseables y aquellas que se deben de ignorar. El plano rojo y verde al ser similares cumplen con dicha características, la figura 8 muestra el resultado del criterio de selección.

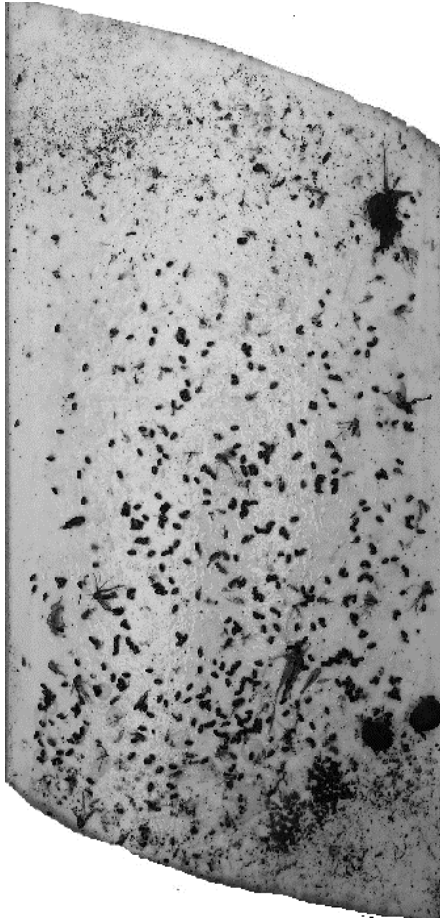


Figura 8. Plano de color Verde

Umbralización

La información provista por el histograma R y B permite ubicar la Umbralización con la intensidad de pixeles entre 80 y 100, debido a que en esta región se observa una disminución media entre ambas incidencias de color, el resultado de esta etapa se muestra en la figura 9.

Operaciones morfológicas

Las operaciones morfológicas binarias extraen y alteran las estructuras de las partículas en una imagen binarizada, mediante estas operaciones es posible mejorar la imagen removiendo áreas de pixeles que no contienen información importante.

Una imagen binarizada es aquella que contiene regiones de partículas de pixeles cuyo valor es 1(rojo) ó 0 (negro) y es obtenida a partir de un proceso de umbralización.

Debido a que el resultado del proceso de umbralización puede contener información indeseada como ruido de partículas, partículas que tocan el marco de la imagen, partículas que se tocan entre sí o partículas solitarias, se procesa la imagen mediante filtros morfológicos para mejorar el análisis de partículas.

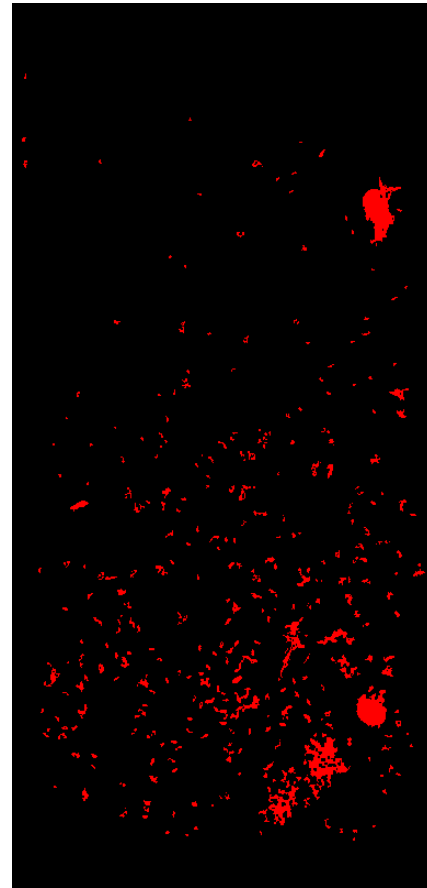


Figura 9 Umbralización de la imagen

La figura 9 muestra en áreas color rojo los objetos candidatos a ser detectados, sin embargo al comparar con la Figura 4 se aprecia que existe otra variedad de insectos más grandes.

La sustancia atrayente y adherente también atrapan a otros insectos lo cual podría crear falsos positivos. Las operaciones morfológicas contribuyen a disminuir estos falsos positivos al procesar la imagen y eliminar aquellos objetos grandes o que se hayan pegados al borde de la imagen, pues son zonas en donde no se detectan brocas de café, como muestra la imagen 11.

Detección de círculos

Se analizó en la imagen el tamaño de la broca, la cual tiene un área de 4 píxeles a 5 píxeles, directamente proporcionales a la distancia de captura de la imagen por ello la distancia de adquisición es fija. El resultado de la detección se muestra en la figura 10.

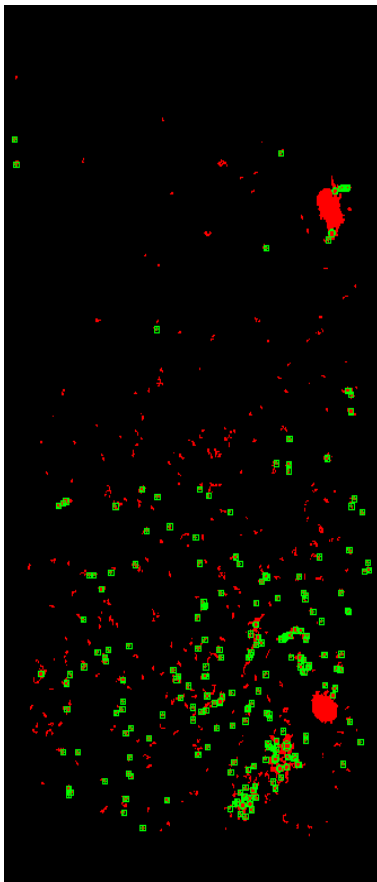


Figura 10. Brocas detectadas

Resultados

La interface al usuario es mostrada en la figura 11, la cual determina la cantidad de brocas en una trampa de plaga para café. Se realizaron pruebas en diversas trampas y se obtuvo la siguiente relación como se muestra en la tabla 1.

Trampa	Brocas contadas	Brocas detectadas	Error
1	308	294	4.55%
2	212	209	1.42%
3	157	154	1.91%
4	223	215	3.59%
5	187	192	2.67%
6	135	143	5.93%

Tabla 1 Relación brocas contadas y brocas detectadas

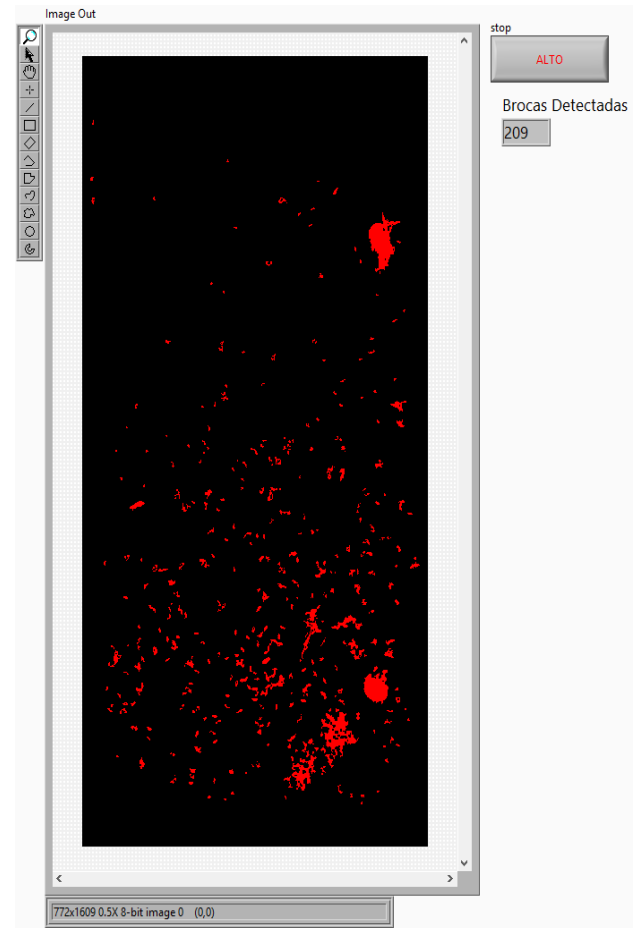


Figura 11 Resultado de la detección de brocas del café

Agradecimiento

El presente trabajo de investigación fue desarrollado con el apoyo del Instituto Tecnológico Superior de Huatusco, en el departamento de ingeniería en sistemas computacionales con el cuerpo de investigación Sistemas de información para administrar procesos bajo la LGCA Domótica y Robótica

Conclusión

El proceso de detección de brocas de café es importante para poder reubicar las trampas y así aumentar su efectividad, sin embargo el conteo prueba ser tedioso y propenso a generar errores gruesos. El sistema de visión por computadora propuesto puede determinar la cantidad de brocas en trampas, sin embargo esta limitado a las condiciones de luz y ubicación de la cámara. Se propone el uso de un stand para homogenizar la toma de imágenes, de esta forma será posible disminuir el porcentaje de error.

Referencias

Acacio, G., & Gil, J. (2013). EFECTO DEL COLOR DE TRAMPA EN LA CAPTURA DE LA BROCA DEL CAFÉ (*Hypothenemus hampei* Ferr.) EN TRES LOCALIDADES DE TINGO MARÍA. *Revista Investigación y Amazonía*, 2(1, 2), 27-34.

Beyerer, J. et al, “*Machine Vision*”, 1ra edición, Editorial Springer, 2016.

Beyerer, Jürgen et al, “*Machine vision: automated visual inspection, theory, practice and applications*”, Editorial Springer, 2017.

Burgos-Solorio, A., López-Martínez, V., & Tejada, I. A. (2015). COLEOPTERA: Primer registro de la broca del café *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Scolytidae) en Morelos, México. *Dugesiana*, 15(2).

Bustillo, P., Cárdenas, A. E., Villalba, R., Benavides, D. A., Orozco, P., & J Posada, F. J. (1998). *Manejo integrado de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en Colombia* (No. 633.7351 M274). Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Chinchiná (Colombia) Centro Nacional de Investigaciones de Café Pedro Uribe Mejía, Chinchiná (Colombia).

Caicedo, D. R., Cure, J. R., & Cantor, F. (2016). Empleo de Trampas con Atrayente para el Control de la Broca Del Cafe (*Hypothenemus hampei* Ferrari Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae): Diseños, Criterios de Uso en Campo y Efectividad. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 5(1-2), 12-21.

Cuevas, E., Wario, F., Osuna, V., Zaldivar, D., & Perez, M. (2014). Fast algorithm for Multiple-Circle detection on images using Learning Automata. *arXiv preprint arXiv:1405.5531*.

Guharay, F., Monterrey, J., Monterroso, D., & Staver, C. (2000). Manejo integrado de plagas en el cultivo del café. *Manual técnico*, (44).

International Conference on Information Sciences, Machinery, Materials and Energy (pp. 2028-2031).

Peters James F., “*Foundations of machine vision*”, Editorial Springer, 2017

Quispe-Condori, R., Loza-Murguía, M., Marza-Mamani, F., Gutiérrez, R., Riquelme, C., Aliaga, F., & Fernández, C. (2015). Trampas artesanales con atrayentes alcohólicos en el control de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867) en la Colonia Bolinda, Caranavi. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 3(1), 2-14.

Sponagel, K. W. (1994). La broca del café *Hypothenemus hampei* en plantaciones de café robusta en la Amazonía Ecuatoriana. *Wissenschaftlicher, Fachverlag, Giessen, Germany*.

Wu, M., Song, Z., Li, B., Li, F., Li, B., & Shen, C. (2015). A Method to Detect Circle based on Hough Transform. In *Proceedings of the First*

Yadav, V. K., Trivedi, M. C., Rajput, S. S., & Batham, S. (2016). Approach to Accurate Circle Detection: Multithreaded Implementation of Modified Circular Hough Transform. In *Proceedings of International Conference on ICT for Sustainable Development* (pp. 25-34). Springer Singapore.