

Identificación de enfermedad (antracnosis) en fresa a partir de imágenes digitales tomadas a la variedad de fresa festival

M.C. Ana Celia Segundo Sevilla¹, M.C. Aarón Junior Rocha Rocha² y
M.C. Gilberto Alejandro Herrejón Pintor³

Resumen—La fresa se ha transformado en un cultivo estratégico de desarrollo económico para el Estado de Michoacán. El Valle de Zamora es la principal zona productora de fresa, donde se ha consolidado y desarrollado la industria de proceso y congelados más importante del país. La lentitud de las procesadoras de la región en la recepción de fresa se debe a la revisión de forma visual, si alguna caja no cumple con los criterios de selección y sobrepasan los puntos críticos de control de calidad la carga completa es rechazada. La finalidad de este proyecto es identificar una de las enfermedades comunes en la variedad de fresa festival (antracnosis) a través de una captura de imagen, que es procesada y caracterizada para su identificación.

Palabras clave—Fresa, antracnosis, caracterización, identificación.

Introducción

Las computadoras se han convertido en una de las principales herramientas de trabajo para muchas personas, en casi cualquier ámbito. Ya sea para el manejo o análisis de información, desde cantidades mínimas hasta masivas; para el control de procesos y dispositivos o maquinaria, en comunicaciones, entretenimiento, difusión, etc. Los sistemas de control de calidad en el ámbito agroindustrial han tenido grandes avances en la actualidad debido al advenimiento de las técnicas del procesamiento digital de imágenes. La actividad agroindustrial de nuestro entorno regional y nacional hace pensar en la necesidad de implementar sistemas de visión artificial para la caracterización y control de calidad de frutas como son en específico de la fresa. El sistema se basa en el análisis realizado sobre las imágenes tomadas con cámaras, analizando el aspecto externo de la fresa y realizando la caracterización e identificación de una de las enfermedades comunes en la variedad de fresa festival (antracnosis) dicho defecto de acuerdo a parámetros de evaluación de control de calidad.

Estado del arte

En el estado del arte se puede encontrar diversos trabajos enfocados tanto en la clasificación como la identificación de frutos. En el primer caso algunos autores (Sandoval y Prieto, 2009) realizan la clasificación de frutos de café según el estado de maduración en el que se encuentre. Implementando un clasificador Bayesiano a partir de características que incluyen medidas de color, forma y textura obtenidas en el análisis de una imagen del fruto.

En este segundo caso el autor (Padrón-Pereira, 2010) establece un procedimiento no destructivo para obtener y procesar imágenes de fruto de semeruco durante el crecimiento y la maduración, y determina características de tamaño y color.

En el tercer caso los autores (Whalley *et al*, 2013) presenta una revisión de investigaciones pertenecientes a la aplicación de análisis digitales de imágenes en viñedos, donde las aplicaciones que exploran son: estimación de rendimiento, evaluación de la calidad, detección de enfermedades, y fenología todos concernientes a las uvas.

Otros autores (Mishra *et al*, 2014) realizan la identificación de frutas basada en la calidad del fruto, implementando un método de gradiente jerárquico, identificando un buen y mal fruto enfocando métodos de MATLAB.

¹La M.C. Ana Celia Segundo Sevilla es profesora titular "A" del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Zamora, Zamora, Michoacán. chell081@hotmail.com (autor correspondiente)

²El M.C. Aarón Junior Rocha Rocha es profesor asignatura "A" del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Zamora, Zamora, Michoacán. mcaaron87@gmail.com

³El M.C. Gilberto Alejandro Herrejón Pintor es profesor titular "A" del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Zamora, Zamora, Michoacán. gaherrejomp@hotmail.com

El trabajo presentado en este documento tiene como objetivo obtener las características del problema de la antracnosis, así como generar una técnica de identificación en el fruto específico de fresa, fruto diferente a lo reportado hasta el momento en el estado del arte.

Técnica propuesta

La estrategia propuesta en este documento está constituida de dos fases: la primera fase consiste en caracterizar el defecto antracnosis en el fruto. Este proceso va desde la toma de la imagen, procesamiento y caracterización. La segunda fase consiste en su identificación.

Fase 1. Caracterización de defecto botrytis

Para la primera fase se parte de la obtención de las características necesarias de dicho defecto.

Paso 1. En este paso se realiza la captura de la imagen, la cual se hace directamente del surco en donde se encuentra la planta que contiene el fruto, como se ilustra en la Figura 1, dicha imagen es tomada a través de una cámara digital, la cual viene con una resolución de 640x480 píxeles, que se tiene que reducir a 320x240 sin tener pérdida sustancial de calidad de imagen y ganando velocidad de procesamiento.



Figura 1. Ejemplifica la imagen del defecto antracnosis en fresa tomada desde el surco

Paso 2. En este paso se realiza el procesamiento de la imagen, la cual es convertida en escala de grises descomponiendo la imagen en sus valores RGB, como se ilustra en la Figura 2 (a). A la imagen con 256 tonalidades en niveles de gris se les implementó un mejoramiento de imagen mediante un aumento de brillo K , donde K es el umbral el cual varía entre 150 y 200 ya que al convertirse a escala de grises se debe desplazar el histograma debido al cambio de tonalidad, como se ilustra en la Figura 2 (b).



(a)



(b)

Figura 2. (a) Ejemplifica la imagen convertida a escala de grises. (b) Ejemplifica la imagen con un mejoramiento de brillo

Paso 3. En este paso se realiza el suavizado para eliminación de ruido por la iluminación externa que no se puede controlar. Para ello se aplicó el filtro de la Mediana, eliminando los picos de intensidad aislados por la máscara de filtrado, como lo ilustra la Figura 3.

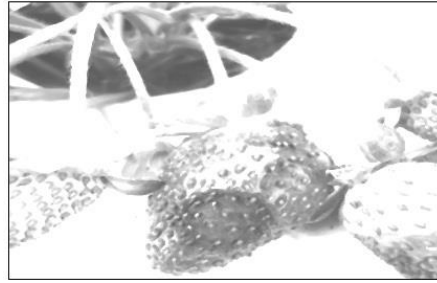


Figura 3. Ejemplifica la imagen suavizada

Paso 4. Se segmenta la imagen y se extraen únicamente los puntos que se encuentran en un rango de $Z \geq 200$ y $Z \leq 255$. Donde Z es el valor de la tonalidad, lo que servirá para binarizar la imagen y reducir el costo computacional para delimitar la cantidad de tonalidades que se procesarán en cada paso. Cuyos valores son 255 si está dentro del rango y 0 en caso contrario, como se ilustra en la Figura 4.



Figura 4. Resultado de aplicar el proceso de segmentación a la imagen para extraer desperfectos. Los puntos válidos se representan en negro y los puntos inválidos en blanco.

Paso 5. Los píxeles aislados que rodean a un conjunto de píxeles no permiten cerrar imágenes lo que impide determinar vecindades. Para disminuir la cantidad de estos píxeles aislados se utilizarán los procesos de dilatación y erosión como lo explica Pajares (2008). Con estos dos procesos se elimina una porción importante de los píxeles aislados lo que permite determinar los deterioros que existen del botrytis. Los elementos estructurales para el proceso de dilatación y erosión se muestran en la Figura 5(a,b) y el resultado de aplicarlos se muestran en la Figura 5 (c).

255	255	255
255	255	255
255	255	255

255	255	255
-----	-----	-----



(a)

(b)

(c)

Figura 5. (a) Elemento estructural para el proceso de Dilatación. (b) Elemento estructural para el proceso de Erosión. (c) Resultado de aplicar el proceso de dilatación

Paso 6. Finalmente se analizan los píxeles para formar grupos mediante vecindades, generando grupos con los píxeles, donde hay continuación de los mismos se eliminan de la imagen, ya que se determina que son parte del hueco del plástico del surco en donde está sembrada la planta de la fresa. De esta forma es posible eliminar de la imagen aquellos píxeles que no son parte de la enfermedad antracnosis, como se observa en la Figura 6.

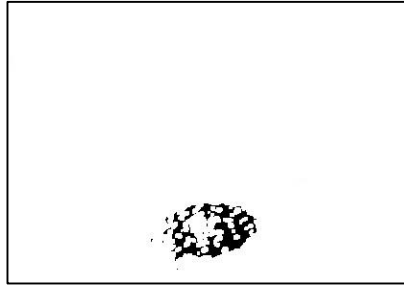


Figura 6. Resultado de obtención de vecindades

Fase 2. Identificación de característica

Este trabajo se centra en un tipo de característica muy específica, que consiste en encontrar vecindades de pixeles, los cuales permiten la caracterización del defecto antracnosis en la fresa. Dicho defecto consiste en lesiones típicas en estolones y peciolos, los cuales son firmes, hundidos, oscuros y bien delimitados; lo que distingue la parte del fruto enfermo del sano (Arroyo *et al*, 2010).

Con el objetivo de si un pixel p tiene una vecindad de coordenadas (x,y) se toma que tiene cuatro vecinos horizontales y verticales cuyas coordenadas están dadas por (1).

$$(x + 1, y), (x - 1, y), (x, y + 1), (x, y - 1) \quad (1)$$

Este conjunto de pixeles, denominado los 4-vecinos de p , se representa por $N_4(p)$. Cada pixel está a una unidad de distancia de (x,y) , y algunos de los vecinos de p caen fuera de la imagen digital si (x,y) está en el borde de la imagen (Gonzalez y Woods, 1987) De esta forma se tiene la posibilidad de identificar las vecindades de los pixeles para determinar esta enfermedad.

Caso de prueba

Para probar esta estrategia se tomaron alrededor de veinte imágenes del fruto que contaban con la enfermedad antracnosis y veinte que no contaban con la enfermedad, las cuales fueron capturadas directamente de los surcos de una parcela en la comunidad de Tangancicuaro, Mich. La captura de las imágenes no se hizo en un ambiente controlado. El objetivo de esta muestra es el de probar la técnica propuesta antes mencionada definiendo un caso simple de Procesamiento Digital de Imágenes un entorno de real.

El proceso se hace después de haber capturado las imágenes, y de ser cargadas desde un sistema desarrollado en Java bajo el IDE Netbeans 8.0, en una aplicación de escritorio, dicha aplicación tiene programados los algoritmos necesarios para realizar cada uno de los pasos de las dos Fases: Caracterización e Identificación. Permitiendo así demostrar que no es necesario tener controlado un sistema de iluminación para obtener los resultados esperados. Y que la agroindustria puede obtener ayuda de sistemas computacionales.

Comentarios finales

Resumen de resultados

El experimento realizado se probó en dos tipos de imágenes tomadas al fruto, el primer tipo de imágenes contaban con la enfermedad antracnosis y el segundo con imágenes que no contaban con la enfermedad. En ambos casos se contabilizó el número de imágenes que obtuvieron la característica antracnosis y que llegaron hasta la obtención de vecindades. Este proyecto no cuenta el número de vecindades encontradas en un mismo fruto, ya que no es parte de este proyecto. La tasa de comparación de resultados se presenta en la tabla 1. De los resultados se observa el porcentaje de imágenes que pudieron llegar hasta la etapa de localización de vecindades, de no llegar a este se tomó como que no contaban con la enfermedad. Se pretende que en trabajos futuros se pueda contabilizar el número de vecindades encontradas, así como definir el tamaño de la enfermedad para determinar si el porcentaje total del fruto se encuentra con la lesión o se puede utilizar un porcentaje como fruto tipo de proceso.

	Imágenes	
	Con antracnosis	Sin antracnosis
Vecindades	95%	97%

Tabla 1. Tasa de comparación de porcentajes en imágenes que presentaron vecindades

Conclusiones

En este documento se presentó una estrategia para caracterización e identificación de la enfermedad de la fresa, a través de procesamiento digital de imágenes, que resulta de bajo costo computacional y escalable. Se presentaron los resultados de las pruebas realizadas las cuales señalan que la estrategia es eficaz. Esta investigación permitirá mejorar el reconocimiento de enfermedades en frutos mediante un sistema. Además, este trabajo permite extender a múltiples líneas de trabajo para mejorar lo aquí presentado. Por ejemplo encontrar el número de vecindades que se presentan en un fruto, determinar el tamaño del deterioro del mismo y descartar que un fruto no pueda ser utilizado para proceso o exportación. También se ve la posibilidad de incluir otras enfermedades que puedan ser caracterizadas e identificadas, que permitan disminuir los errores visuales que se tienen así como disminuir el desperdicio del fruto que aquí se menciona.

Referencias

- Atencio O. Pedro, Sánchez T. Germán. "Enfoque geométrico para la estimación del peso del fruto mango de azúcar mediante procesamiento digital de imágenes" Revista Avances en Sistemas e informática, Vol. 6 no.3, Diciembre de 2009
- García Jayme. "Digital image processing techniques for detecting, quantifying and classifying plants diseases", Barbedo SpringerPlus, 2013
- González Rafael C, Woods Richards E. "Tratamiento digital de imágenes", Addison-Wesley, Segunda Edición, 1987
- Mishra Alok, Asthana Pallavi, Khanna Pooja. "The Quality Identification of Fruits in Image Processing using MatLab", International Journal of Research in Engineering and Technology, Volume 03, Jun 2014.
- Padrón-Pereira Carlos Alberto. "Procesamiento Digital de Imágenes en Frutos de Semeruco Durante el Crecimiento y Maduración", Revista Científica Electrónica de Agronomía, v.17, n.2, pág. 1-17, 2010
- Pajares, G., y de la Cruz, J. *Visión por computador: Imágenes digitales y aplicaciones*. México: Alfaomega, Ra-Ma, 2008.
- Quispe Rodríguez Ana Milagros, "Detección de colores por procesamiento digital de imágenes en un equipo de selección de frutos", IX Congreso Virtual VUAD y VI Congreso Iberoamericano SOCOTE, Octubre de 2014.
- Sandoval Zulma, Prieto Flavio. "Procesamiento de imágenes para la clasificación de café cereza", Prospectiva Vol. 7, No1, pág. 67-73, Enero-Junio de 2009
- Tonguc Guray, Yakut Ali Kemal, "Fruit Grading Using Digital Image Processing Techniques", Journal of Agricultural Machinery Science, 2009
- Whalley J, Shanmuganathan S. "Applications of image processing in viticulture: A review", 20th International Congress on Modelling and Simulation, Adelaide, Australia, Dec 2013

Notas Biográficas

El **M.C. Ana Celia Segundo Sevilla** es profesor investigador en el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Zamora. Terminó sus estudios de Maestría en Ciencias en Ciencias Computacionales en el Instituto Tecnológico de León, Gto. Ana realiza investigación en el área de Procesamiento Digital de Imágenes.

El **M.C. Aarón Junior Rocha Rocha** es profesor investigador en el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Zamora. Terminó su Maestría en Ciencias en el Área de Ciencias Computacionales en el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, de Puebla, México. Aarón realiza investigación en el área de Inteligencia Artificial e Interacción Humano-Computadora.

El M.C. Gilberto Alejandro Herrejón Pintor es profesor investigador en el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Zamora. Terminó su Maestría en Ciencias en Ingeniería Eléctrica en el Instituto Tecnológico de Morelia, en Michoacán. Gilberto Alejandro realiza investigación de Campo Electromagnético Máquinas Eléctricas y Automatización basada en OKC.