

Analysis of the performance of the feeding chain in olive pitting machines by artificial vision and neural networks

Análisis del funcionamiento de la cadena de alimentación de las máquinas deshuesadoras de aceitunas mediante diagnosis por visión artificial y redes neuronales

M. de Iódar^{1*}, A. Madueño-Luna², A. Ruiz-Canales³, J. M. Molina-Martínez¹

¹Food Engineering and Agricultural Equipment Department, Technical University of Cartagena, 30203 Cartagena, Spain.

²Aerospace Engineering and Fluid Mechanical Department, University of Sevilla, 41013 Sevilla, Spain.

³Engineering Department, University Miguel Hernández of Elche, 03312 Orihuela, Spain.

*manueldejodar@gmail.com

Abstract

Olive pitting machines are characterized by the fact that their optimum working is linked to a good adjustment: selection of the right feeding disc for the variety of olive and its calibre, the geometric features of supply chain, etc. The first of these elements pins up the optimum input of olives in the feeding chain, keeping off buckets with gap or more than one olive there. The second element pins up the right position of the olives to be pitted, keeping off this olive be pitted for no main axe. The present paper analyses the right position of the olives in the buckets of the feeding chain, using: 1) An artificial vision system with external triggering be able to take photos for each bucket in front of the camera; 2) A neuronal network classified, in a right teaching way, it can classify the bucket in four possible cases: empty, normal, and incorrect olive position. The analysis has been carried out using tool-box of Matlab neuronal network. Last, the paper analyses the use of physics chips (Intel Curie and NeuroMem CM1K) with neuronal network for classification.

Keywords: Artificial Neural Networks; Pitting Machines; Table Olives, Arduino; BrainCard.

Resumen

Las máquinas deshuesadoras de aceitunas se caracterizan porque su funcionamiento óptimo está vinculado a un buen ajuste: selección de un plato de alimentación adecuado a la variedad de aceituna y su calibre, de las características geométricas de la cadena de alimentación, etc. El primero de estos elementos fija la entrada óptima de aceitunas en la cadena de alimentación, impidiendo que queden cangilones vacíos o se llenen con más de una aceituna. El segundo elemento fija la correcta posición de la aceituna para ser deshuesada. El trabajo propuesto analiza la correcta ubicación de las aceitunas en los cangilones de la cadena de alimentación, para lo que se utiliza: 1) Un sistema de visión artificial con disparo externo capaz de extraer una foto de cada cangilón que pase frente a una cámara; 2) Una red neuronal clasificadora que, adecuadamente entrenada, permita clasificar el cangilón en cuatro posibles estados: vacío, normal, y casos anómalos (con dos aceitunas, o con aceituna mal posicionada). Finalmente, se valorará el uso de chips físicos neuromórficos (Intel Curie y NeuroMem CM1K) para la clasificación.

Palabras clave: Redes Neuronales Artificiales; Máquinas Deshuesadoras; Aceitunas de Mesa; Arduino; BrainCard.

1. INTRODUCCIÓN

Hasta el año 1970, el deshuesado y relleno de las aceitunas de mesa se hacía manualmente según indica Santos Siles [1]. La aparición entonces de las primeras máquinas deshuesadoras, con una producción de 220 frutos por minuto, supuso en su día un importante avance, implantándose rápidamente en España y en otros países por la reducción de costes que supuso.

La primera máquina deshuesadora-rellenadora fue desarrollada por la empresa sevillana SADRYM en colaboración con el Instituto de la Grasa, patente registrada [2], implantándose rápidamente en el sector, ya que resolvía la mecanización del relleno de aceitunas con pimiento. Este hecho permitió un gran desarrollo de la exportación de este tipo de producto, que tiene muy buena aceptación en Estados Unidos, Canadá y otros países de Europa, donde la demanda era superior a la propia capacidad productiva.

En 1975 aparecen las primeras máquinas deshuesadoras del tipo continuo [3], cuyos modelos mejorados en la actualidad permiten producciones de hasta 2.500 aceitunas/minuto, equivalente a 350 Kg/h de fruto.

En la actualidad existen en el mercado máquinas deshuesadoras/rodajadoras/rellenadoras para todo tipo de calibres, es decir, desde el tamaño 400 al 80 (el tamaño se calcula como la cantidad de aceitunas que entran en 1 kilogramo). Además, se han registrado invenciones que consiguen mejoras sustanciales en varios puntos del proceso, como es la posibilidad de la optimización del rendimiento y la detección de fallos en remoto [4].

El objetivo de este trabajo es dar solución a los problemas más frecuentes que se presentan en las líneas de deshuesado de la aceituna de mesa mediante el uso de un sistema innovador basado en redes neuronales con chip físico y visión artificial. En concreto, se pretende resolver los siguientes problemas:

- Los llamados “Barcos”, son aceitunas que se posicionan incorrectamente en el momento del deshuesado, siendo deshuesadas por su eje menor, lo que provoca rotura del hueso, con el riesgo de que queden esquirlas de hueso en el interior de la propia aceituna, presencia de todo el hueso dentro de la aceituna, o aceitunas rotas. También puede provocar el desplazamiento o la rotura de camas.
- Vacíos, cuando el cangilón no se ha llenado con la aceituna y no existe, por tanto, producto que deshuesar.
- Dobles y otros casos anómalos (p.e. aceitunas partidas o fragmentos de las mismas), ocurre cuando dos aceitunas comparten en el mismo cangilón, esto provoca que no puedan ser deshuesadas correctamente, como resultado se obtienen o aceitunas rotas o aceitunas sin deshuesar. Igualmente, a veces, las aceitunas ya vienen rotas al entrar en la cadena de alimentación.

2. ESTADO DEL ARTE

A continuación, se muestran casos destacables del uso de redes neuronales implementadas por hardware.

- 1) Sistema de inspección del pescado mediante un Chip paralelo y red neuronal: En el año 2008 los investigadores Anne Menendez, Guy Paillet publican un artículo en la Asociación para el avance de la inteligencia artificial (AAAI) ubicada en Palo Alto, California, EEUU, sobre un sistema de aprendizaje, CogniSight, se utiliza para la inspección de los peces antes del fileteado en alta mar [5].

- 2) Sistema de inspección de botellas con Chip Neuromem CM1K: Los investigadores Anne Menendez y Guy Paillet desarrollan en 2013 un dispositivo que mediante el uso de una cámara inteligente reconoce botellas aptas o no aptas a medida que pasan sobre la zona de control, a una velocidad de 30 unidades por segundo, de manera que se desvían las que están vacías, con bajo nivel o sin tapas [6].
- 3) Sistema de detección de defectos en superficie: La empresa General Vision, con sede en California, EEUU, realiza en 2013 el proyecto denominado Defect Detection System (DDS), consistente en una cadena de sensores de visión en miniatura (MTVS, también conocida como "sensor") montado en un carril DIN y espaciados de manera que sus campos de visión cubren toda la anchura del material a inspeccionar, cada sensor cuenta con un motor de reconocimiento de textura de alta velocidad basado en un chip de red neuronal [7].
- 4) Reconocimiento de matrículas de vehículos basado en una red neuronal: En 2011 los investigadores YiQing Liu, Dong Wei, Ning Zhang y MinZhe Zhao del Instituto Arquitectura e Ingeniería Civil de Beijing implementan un sistema de reconocimiento de matrículas basado en redes neuronales. El sistema utiliza un chip de red neuronal para reconocer placas de matrícula [8].
- 5) Seguimiento de destino: Wendall C. Deck del Real Colegio Militar de Canadá publica en 2010 un artículo sobre el uso de procesadores ZISC (computador sin conjunto de instrucciones/ Zero Set Computer). Este tipo de procesador desarrollado en los años 90 por Guy Paillet, emplea redes neuronales artificiales y procesamiento paralelo masivo [9].
- 6) Desarrollo de un sensor miniaturizado de frente de onda basado en una red neuronal: En 2010 el Instituto San Louis en Francia desarrolla a través de Marc Eichhorn y Alexander Pichler, un sensor de frente onda basado en una red neuronal. Permite la realización de óptica adaptativa: generación de frentes de onda planos, generación de frentes de onda específicos para metrología o la evaluación de enfermedades oculares [10].

3. MATERIALES Y MÉTODOS

La elección de la visión artificial debe considerar la opción de activación de disparo de manera externa (trigger externo), ya que la toma de imágenes debe estar coordinada con el paso del cangilón y el disparo de la iluminación. Otro punto importante a tener en cuenta en la elección de la cámara es la posibilidad de poder realizar en la propia cámara la selección del área de interés (ROI: región of interest). En una primera instancia, la aplicación actual de la gestión del ROI y el escalado se va llevar a cabo por software desde Matlab y en diferido. Con posterioridad se analizará la adquisición de imágenes en tiempo real empelando C++ y las librerías de OpenCV.

La cámara se debe poder conectar por USB y controlarse directamente por Matlab. Cada imagen capturada se obtiene mediante el disparo externo de la misma a partir de la señal de un sensor magnético que detecta el paso de los cangilones en la cadena de alimentación. Para la correcta iluminación se usará una lámpara de diodos led de potencia que se sincroniza con el disparo externo procedente del sensor magnético.

Para generar la señal de disparo externo a partir de la señal procedente del sensor magnético, se implementará un circuito electrónico que controle el momento en el que se debe encender y apagar la lámpara led y sincronizar con el disparo de la cámara. Asimismo, se va utilizar la aplicación Neural Network de Matlab para entrenar una red neuronal profunda para la clasificación de imágenes captadas mediante visión artificial.

Por último, se realizará el entrenamiento y testeo de la red neuronal artificial con chip físico, el cual será capaz de poder distinguir los fallos anteriormente indicados en tiempo real y realizar la clasificación de las aceitunas dispuestas en la cadena.

4. AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los autores de la patente P201300242 el uso de la misma para este trabajo de investigación. Se agradece a la empresa TeleNatura EBT S.L. por la integración de nuevas tecnologías en la agricultura y por tanto servir de referencia para el desarrollo de proyectos tecnológicos.

5. REFERENCIAS

- [1] Santos Siles F.J. 1999 Las nuevas tecnologías aplicadas al sector de la aceituna manzanilla fina. Grasas y Aceites. 50-2: 131-140.
- [2] del Ser González C. 1987. Método para deshuesar y deshuesar-rellenar aceitunas dispositivo para su puesta en práctica y producto obtenido con el mismo. Patente de invención. Número de publicación: ES2000150 A6.
- [3] Fernández Cano S. 2012. Mejora de las líneas de deshuesado de una envasadora de aceitunas. Proyecto Fin de Carrera. (Escuela Técnica Superior de Ingeniería, ICAI, Madrid, Spain).
- [4] Madueño Luna A., López Lineros M., Madueño Luna J.M. 2013. Procedimiento basado en un sensor de sincronismo para la detección de fallos de funcionamiento en máquinas deshuesadoras/rodajadoras de aceituna y de relleno, cuantificación y optimización del rendimiento, señalización, monitorización y control remoto. Patente de invención, P201300242.
- [5] Menendez A., Paillehttp G. 2016. Fish Inspection System Using a Parallel Neural Network Chip and the Image Knowledge Builder Application. <http://www.aaai.org/ojs/index.php/aimagazine/article/view/2084>.
- [6] Menendez A., Paillehttp G. 2013. Bottle inspection with neuromem. http://general-vision.com/publications/AN_BottleInspectionWithCogniSight.pdf.
- [7] Menendez A., Paillehttp G. 2016. Surface Defect Detection System. http://www.general-vision.com/datasheet/DS_DDS.pdf.
- [8] YiQing L., Dong W. 2011. Vehicle-license-plate recognition based on neural networks. Paper presented at: 2011 IEEE International Conference on Information and Automation (Shenzhen, China).
- [9] Deck W.C. 2010. Target Tracking with the Zero Instruction Set Computer. (VDM Verlag Dr. Müller, Saarbrücken, Alemania).
- [10] Eichhorn M., Pichler A. 2010. Development of a miniaturised wavefront sensor based on a neural network. http://general-vision.com/pub3rdparty/3P_AdaptiveOptics_Elsi.pdf.