

# Cuantificación de la superficie externa de productos hortofrutícolas mediante modelado tridimensional basado en técnicas de visión artificial: revisión bibliográfica

Moreda, G.P.<sup>1)</sup>, Ortiz-Cañavate, J.<sup>1)</sup>, García-Ramos, F.J.<sup>2)</sup>, Ruiz-Altisent, M.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> LPF-TAG. Dpto. de Ingeniería Rural. Universidad Politécnica de Madrid. E-mails: [guillermo.moreda@upm.es](mailto:guillermo.moreda@upm.es), [jaime.ortizcanavate@upm.es](mailto:jaime.ortizcanavate@upm.es), [margarita.ruiz.altisent@upm.es](mailto:margarita.ruiz.altisent@upm.es)

<sup>2)</sup> Escuela Politécnica Superior de Huesca. Universidad de Zaragoza. E-mail: [fjavier@unizar.es](mailto:fjavier@unizar.es)

## **Abstract**

Different technologies are reviewed, most of them based on computer-vision, used for recovering the three-dimensional (3D) shape of horticultural produce. Apart from its interest in shape sorting, reconstructing the 3D surface of a fruit is useful for computing its surface area. The latter is of use e.g. for assessing the rates of heat, water vapour and gas transfer. Most of the technologies reviewed here, with the exception of active triangulation, have not been yet implemented on-line.

## **Palabras Clave (Keywords)**

Visión artificial, fruto, superficie externa, modelado tridimensional, (computer vision, fruit, surface area, three-dimensional modeling).

## **Introducción**

En los últimos años, buena parte de la investigación sobre determinación de propiedades físicas de productos hortofrutícolas se ha centrado en el desarrollo de sensores para el análisis no destructivo de la calidad interna del fruto. No obstante, la investigación relacionada con la calidad externa de frutas y hortalizas continúa atrayendo interés.

## **Clasificación de métodos de obtención de modelos tridimensionales de frutos**

Podemos considerar tres propiedades físicas de carácter geométrico relacionadas con la calidad externa de frutas y hortalizas: el *tamaño* (medido como volumen, área proyectada, longitud de ejes, o perímetro), la *forma* y la *textura superficial* o textura de la piel; además, hay un parámetro no geométrico utilizado como descriptor de calibre en varias normas de comercialización de frutas y hortalizas, la masa. Por otro lado, hay otras dos propiedades físicas que son función de las anteriores: la densidad (función de la masa y el volumen) y el área exterior o superficie externa del fruto. La determinación del volumen, clave para el cálculo de la densidad, ha sido repasada recientemente (Moreda et al., 2009). El área exterior es función del tamaño, la forma e incluso la textura de la piel. Aunque hay trabajos que estiman el área de la piel o superficie externa en función de parámetros más fácilmente medibles, como la masa, lo ideal es poder calcular la primera directamente, a partir de la reconstrucción tridimensional del fruto. La mayor parte de métodos para la reconstrucción

tridimensional de objetos están basados en técnicas de visión artificial (Figura 1). En la Tabla 1 se incluyen algunos de estos métodos.

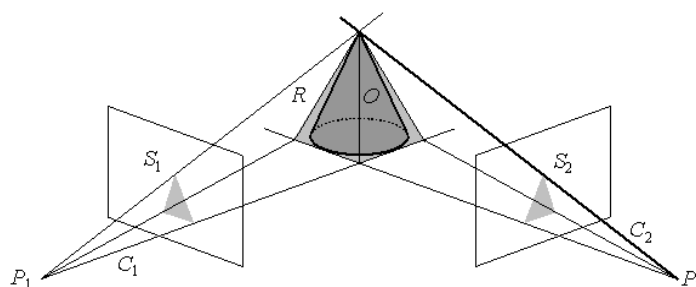


Figura 1. Método de intersección de volúmenes para reconstrucción tridimensional de objetos (Imou et al., 2006). Aunque la figura muestra el caso más simple (sólo dos puntos de vista), las aplicaciones prácticas del método utilizan un mayor número de ellos.

Tabla 1. Algunas técnicas de visión artificial potencialmente válidas para calcular la superficie externa de frutos.

Técnica	Iluminación escénica requerida	Nº de imágenes planas necesarias, tomadas desde diferentes puntos de vista
Modelado o reconstrucción 3D basado en siluetas (método de intersección de volúmenes)	Pasiva	Superior o igual a 2
Visión estereoscópica	Pasiva	2
Modelado 3D basado en diferencias de brillo ( <i>shape from shading</i> ) <sup>1</sup>	Pasiva	1
Triangulación mediante luz estructurada	Activa	----
Triangulación mediante luz estructurada combinada con <i>imagen de intensidad</i>	Activa	1

<sup>1</sup> Esta técnica trata de determinar la orientación de una superficie tridimensional (y por tanto su relieve) a partir de las diferencias de brillo en una imagen plana de la misma.

### Conclusión

Existen bastantes métodos no destructivos para reconstruir la forma tridimensional de los productos hortofrutícolas. No obstante, actualmente la mayoría sólo se han experimentado en condiciones estáticas de laboratorio. La excepción es el método de triangulación activa.

### Referencias

- K. Imou, Y. Kaizu, M. Morita, S. Yokoyama. 2006. Three-dimensional shape measurement of strawberries by volume intersection method. *Trans. ASABE*, 49 (2), 449-456.
- G. P. Moreda, J. Ortiz-Cañavate, F. J. García-Ramos, M. Ruiz-Altisent. 2009. Non-destructive technologies for fruit and vegetable size determination –a review. *J. Food Eng.*, 92(2), 119-136.