

## Metodología automática para clasificación de naranjas por tamaño y defectos, utilizando técnicas de visión por computador

Miranda Juan Carlos , González Céspedes Laura , Aguilar Rabito Ana , Vázquez Noguera José Luis, Gardel Sotomayor Pedro, Legal Ayala Horacio

juancarlosmiranda81@gmail, laura.gonzalez@qui.una.py, anaaguilrr@qui.una.py, jlvazquez@pol.una.py, pedrogardel@gmail.com, hlegal@pol.una.py

Facultad Politécnica – Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay

PROGRAMA PROCIENCIA – CONVOCATORIA 2015 - PROGRAMA 14-POS-008

### 1. RESUMEN

La clasificación de los alimentos según sus características (tamaño, color ,maduración) es relevante en la ingesta dietética. El tamaño de las frutas permite estimar los gramos y número de porciones. Las variaciones de color o defectos determinan la calidad de los alimentos. Actualmente la clasificación de naranjas se realiza manualmente, siendo una labor repetitiva y condicionada a valores subjetivos del observador y en donde las técnicas de visión por computador podrían ser una alternativa válida para disminuir el sesgo de clasificación. A partir de este antecedente, se propone una metodología automática y reproducible basada en visión por computador para clasificación de naranjas por tamaño y por defectos. Utilizando el descriptor eje menor para la estimación del tamaño se obtuvo  $\mu\Delta$  software-experto=0,41 mm y  $\sigma\Delta$  software-experto=2,70 mm. Al clasificar según tamaño, el mejor resultado se consiguió con un método de umbral y el descriptor eje menor donde: precisión=0,67, sensibilidad=0,67, especificidad=0,83. Para clasificar según defectos, el mejor resultado se obtuvo con el método de color promedio en espacio HSV y el algoritmo KNN de 5 vecinos. Los resultados fueron: precisión=0,77, exactitud=0,72, sensibilidad=0,91 y especificidad=0,17.

La clasificación según tamaño presentó mejores resultados haciendo uso del descriptor eje menor y un método de umbral. Los abordajes basados en color promedio permitieron clasificar las frutas según defectos bajo las condiciones estudiadas.

### 2. INTRODUCCIÓN

La clasificación visual de los alimentos según sus características organolépticas es una tarea importante en el área de nutrición. Estas características condicionan la decisión de consumo de los alimentos.

El tamaño de las frutas determina los gramos de la porción a ser consumida y la presencia de defectos o alteración del color dan indicios de la calidad de las mismas. Actualmente el proceso de clasificación de naranjas se realiza de forma manual y se encuentra condicionado por valores subjetivos dependientes del observador. En esta área, las técnicas de visión por computador se han aplicado en entornos industriales para clasificación de frutas: bananas (Mendoza & Aguilera, 2004), manzanas (Leemans & Destain, 2004); representando una alternativa válida para disminuir el sesgo de clasificación.

Por lo tanto, el presente trabajo propone una metodología automática y reproducible de clasificación visual de naranjas por medio de técnicas de visión por computador, como una primera aproximación al desarrollo de una herramienta de ayuda al profesional nutricionista en el proceso de asistencia dietética al paciente.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 207 naranjas, limpias, conservadas a 21°C, sin humedad condensada y en estado de madurez aceptable para el consumo. Se midió el eje mayor y menor, se procedió a pesar cada una de las naranjas, adicionalmente un experto observó las características de color y presencia de defectos en las frutas. La media del eje mayor fue 69.14 mm.  $\pm 4.40$  y del eje menor 66.19 mm.  $\pm 4.29$ . Se clasificó a las naranjas en tres grupos: "pequeñas" < 64,00 mm., "medianas"  $\geq 64.00$  mm. y < 68,60 mm., "grandes"  $\geq 68.70$  mm.. Según la presencia de defectos se clasificó a las naranjas en dos grupos: defectuosas (n=158) y no defectuosas (n=49). Se construyó un ambiente controlado para adquisición de las imágenes de muestra (Mendoza & Aguilera, 2004). Para el análisis se utilizaron las herramientas: software Matlab 2015a e Image Processing Toolbox.

Para la estimación del tamaño, se evaluaron 3 descriptores: diámetro calculado, eje mayor, eje menor. En la clasificación por tamaño se hicieron uso de los descriptores de tamaño aplicando 2 métodos basados en: umbral y aprendizaje automático.

Para la clasificación según defectos, se extrajeron descriptores según 3 abordajes, de los cuales 2 se basaron en color promedio de regiones y 1 en conteo de píxeles. Los descriptores fueron sometidos al algoritmo de clasificación KNN con variaciones de vecindad.

Con el fin de evaluar los métodos propuestos, se aplicaron las métricas: precisión, sensibilidad, especificidad para la clasificación por tamaño. Para clasificación por defectos, además de las métricas citadas, se incorporó exactitud.

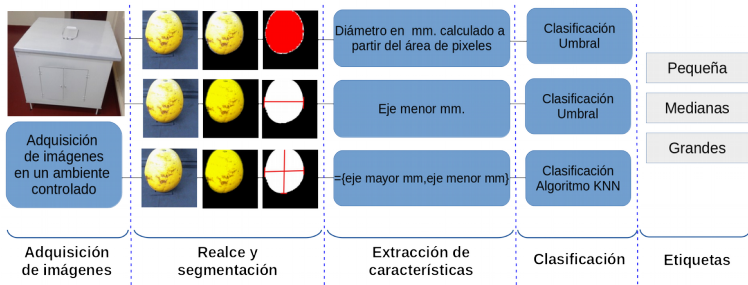


Figura 1: Clasificación según tamaño

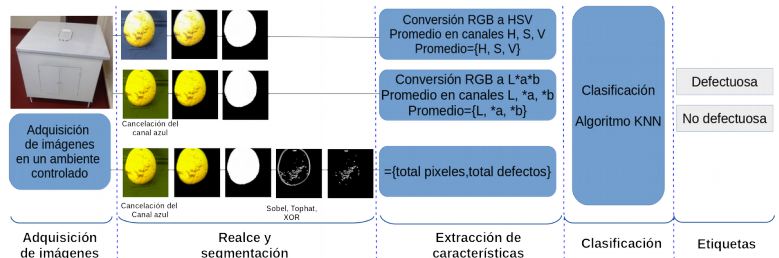


Figura 2: Clasificación según defectos

### 4. RESULTADOS

Evaluación de descriptores para estimación del tamaño.

Descriptor en mm	$\mu \Delta$	$\sigma \Delta$	$\mu$ sof+exp	$\sigma$ sof+exp
Diámetro calculado mm.	2,76	2,60	67,57	3,99
Eje mayor mm.	2,42	3,14	70,35	3,98
Eje menor mm.	0,41	2,70	66,39	4,12

Clasificación según tamaño: abordaje umbrales, abordaje aprendizaje automático.

Método	Características	Pr	Se	Es
Umbral	Diámetro calculado mm	0,60	0,54	0,77
Umbral	Eje menor mm.	0,67	0,67	0,83
KNN 5, 50-50	Eje mayor, eje menor en mm.	0,63	0,62	0,81

Clasificación según defectos: abordajes de promedios de color, abordaje conteo de píxeles.

Extracción	Características	Alg.	Pr	Ex	Se	Es
Media H, S, V	h, s, v	KNN, 1	0,76	0,64	0,75	0,29
Media H, S, V	h, s, v	KNN, 2	0,76	0,69	0,87	0,17
Media H, S, V	h, s, v	KNN, 5	0,77	0,72	0,91	0,17
Media L, a, b	L, a, b	KNN, 1	0,78	0,67	0,79	0,32
Media L, a, b	L, a, b	KNN, 2	0,76	0,72	0,91	0,13
Media L, a, b	L, a, b	KNN, 5	0,75	0,71	0,92	0,10
Sobel, tophat	Píxeles, defectos	KNN, 1	0,77	0,71	0,89	0,19
Sobel, tophat	Píxeles, defectos	KNN, 2	0,76	0,71	0,89	0,18
Sobel, tophat	Píxeles, defectos	KNN, 5	0,77	0,71	0,89	0,19

### 5. CONCLUSIONES

La detección del tamaño y su clasificación, presenta mejores resultados haciendo uso del descriptor eje menor y un proceso de clasificación basado en umbrales.

Los abordajes basados en color promedio, permitieron clasificar las frutas según sus defectos en base al color general, bajo las condiciones estudiadas.

La clasificación con aprendizaje automático utilizando como descriptores: píxeles y defectos; demostró un rendimiento menor comparado con los abordajes basados en color.

La base de datos de imágenes y mediciones físicas generadas en este trabajo permitirá que otros estudios en el área puedan ser llevados como labores de continuación.

### 6. REFERENCIAS

- Leemans, V., & Destain, M.-F. (2004). A real-time grading method of apples based on features extracted from defects. Journal of Food Engineering, 61 , 83-89.
- Mendoza, F., & Aguilera, J. (2004). Application of image analysis for classification of ripening bananas. Journal of food science, 69 , E471-E477.