

Procesamiento de Imágenes I

Dictado: Dr. Rubén Wainschenker
Dr. José M. Massa
Dr. Paula Tristán

Objetivos:

- Extraer información de imágenes digitales.
- Utilizar herramientas informáticas para la extracción de información.
- Capturar, realizar, segmentar, medir, identificar y visualizar objetos de interés en las imágenes.
- Aplicaciones en diversas áreas: medicina, medioambiente, industria, seguridad, gestión.

Cursada:

- Trabajos Prácticos presentados en clase
- Análisis y Diseño de la solución para el proyecto

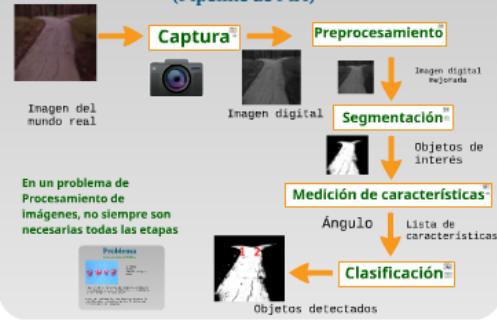
Final:

- Desarrollo del proyecto
- Defensa y discusión grupal

Programa

- Representación de imágenes digitales
- Obtención de imágenes digitales
- Almacenamiento de imágenes digitales
- Análisis de imágenes digitales
- Procesamientos elementales
- Reducción de ruido en imágenes digitales
- Detección de bordes en imágenes digitales
- Operaciones geométricas en imágenes digitales
- Segmentación
- Transformaciones elásticas
- Medición de parámetros de objetos en imágenes digitales
- Identificación de objetos

Etapas del procesamiento de imágenes (Pipeline de PDI)



El pipeline de PDI en la realidad

- El pipeline de PDI es conceptual
- En una aplicación real, se suelen realizar las etapas al mismo tiempo
- Actualmente los nuevos enfoques de procesamiento de imágenes intentan imitar los mecanismos del cerebro -> Computación Perceptual

¿Qué es el procesamiento de imágenes?

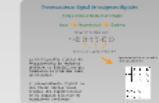
Los primeros procesamientos de imágenes se realizaron sobre imágenes analógicas



Las imágenes que vamos a ver en el curso son digitales

Digital --> Espacio discreto (cuantificación y muestreo)

Procesamiento de imágenes digitales



Procesamiento de Imágenes I

Dictado: Dr. Rubén Wainschenker

Dr. José M. Massa

Dr. Paula Tristan

- Objetivos:**
- Extraer información de imágenes digitales.
 - Utilizar herramientas informáticas para la extracción de información.
 - Capturar, realizar, segmentar, medir, identificar y visualizar objetos de interés en las imágenes.
 - Aplicaciones en diversas áreas: medicina, medioambiente, industria, seguridad, gestión.

Cursada:

- Trabajos Prácticos presentados en clase
- Análisis y Diseño de la solución para el proyecto

Final:

- Desarrollo del proyecto
- Defensa y discusión grupal

Programa

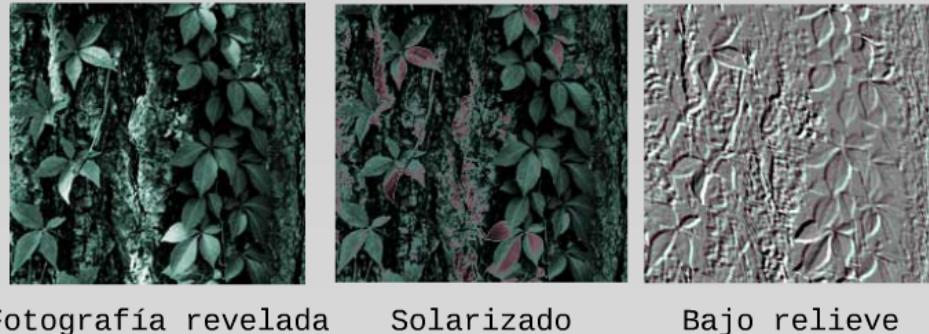
- Representación de imágenes digitales
- Obtención de imágenes digitales
- Almacenamiento de imágenes digitales
- Análisis de imágenes digitales
- Procesamientos elementales
- Reducción de ruido en imágenes digitales
- Detección de bordes en imágenes digitales
- Operaciones geométricas en imágenes digitales
- Segmentación
- Transformaciones elásticas
- Medición de parámetros de objetos en imágenes digitales
- Identificación de objetos

¿Qué es el procesamiento de imágenes?

Los primeros procesamientos de imágenes se realizaron sobre imágenes analógicas



Las imágenes que vamos a ver en el curso son digitales



Fotografía revelada

Solarizado

Bajo relieve

Digital → Espacio discreto (cuantificación y muestreo)

Procesamiento de imágenes digitales

Procesamiento digital de imágenes digitales

Ejemplo: encontrar bordes en una imagen

Borde → Discontinuidad → Gradiente

Gradiente continuo

$$\nabla \times E = \left(\frac{\partial E}{\partial r} - \frac{\partial E}{\partial s} \right) i + \left(\frac{\partial E}{\partial s} - \frac{\partial E}{\partial t} \right) j + \left(\frac{\partial E}{\partial t} - \frac{\partial E}{\partial r} \right) k$$

En una imagen digital son discretos

La bibliografía clásica de Procesamiento de imágenes proviene de disciplinas que modelaron el problema como un continuo.

El procesamiento digital de una imagen muchas veces implica una implementación en el espacio discreto de ecuaciones continuas

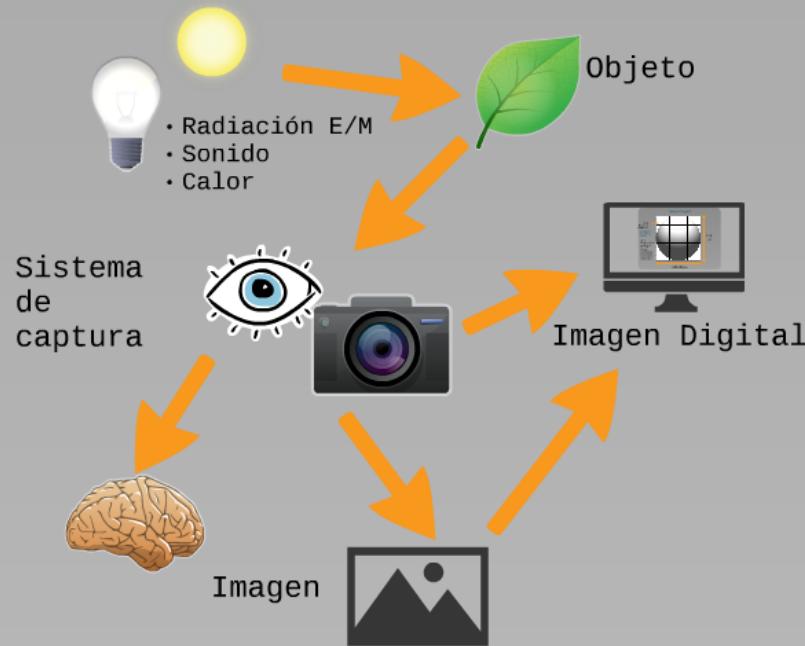
Aproximación discreta del gradiente

$$W = \begin{bmatrix} z_1 & z_2 & z_3 \\ z_4 & z_5 & z_6 \\ z_7 & z_8 & z_9 \end{bmatrix}$$
$$G_r = z_6 - z_3$$
$$G_t = z_9 - z_6$$

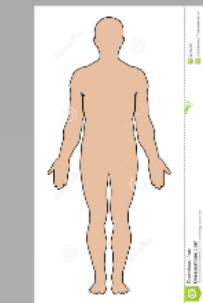
¿Qué es una imagen?

Representación de un objeto de la vida real

Reflexión



Radiación



- Existen muchos tipos de imágenes
- Es necesario conocer el proceso de formación para su posterior procesamiento
- Múltiples equipos de captura y almacenamiento



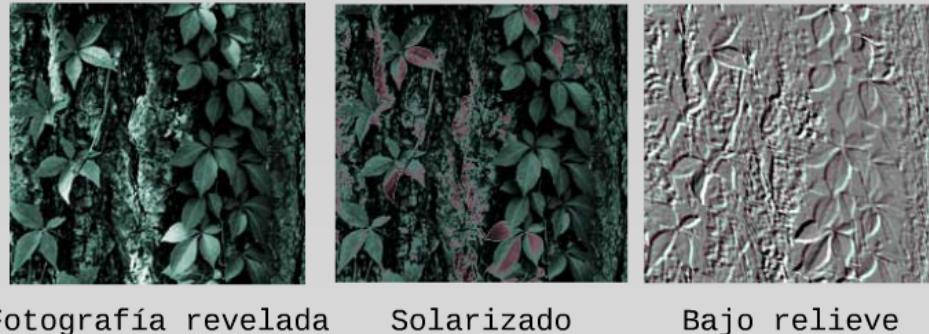
Transmisión

¿Qué es el procesamiento de imágenes?

Los primeros procesamientos de imágenes se realizaron sobre imágenes analógicas



Las imágenes que vamos a ver en el curso son digitales



Fotografía revelada

Solarizado

Bajo relieve

Digital → Espacio discreto (cuantificación y muestreo)

Procesamiento de imágenes digitales

Procesamiento digital de imágenes digitales

Ejemplo: encontrar bordes en una imagen

Borde → Discontinuidad → Gradiente

Gradiente continuo

$$\nabla \times E = \left(\frac{\partial E}{\partial r} - \frac{\partial E}{\partial s} \right) i + \left(\frac{\partial E}{\partial s} - \frac{\partial E}{\partial t} \right) j + \left(\frac{\partial E}{\partial t} - \frac{\partial E}{\partial r} \right) k$$

En una imagen digital son discretos

La bibliografía clásica de Procesamiento de imágenes proviene de disciplinas que modelaron el problema como un continuo.

El procesamiento digital de una imagen muchas veces implica una implementación en el espacio discreto de ecuaciones continuas

Aproximación discreta del gradiente

$$W = \begin{bmatrix} z_1 & z_2 & z_3 \\ z_4 & z_5 & z_6 \\ z_7 & z_8 & z_9 \end{bmatrix}$$
$$G_r = z_6 - z_3$$
$$G_t = z_9 - z_6$$

Procesamiento digital de imágenes digitales

Ejemplo: encontrar bordes en una imagen

Borde → Discontinuidad → Gradiente

Gradiente continuo

$$\nabla \times E = \left(\frac{\partial E_z}{\partial y} - \frac{\partial E_y}{\partial z} \right) i + \left(\frac{\partial E_x}{\partial z} - \frac{\partial E_z}{\partial x} \right) j + \left(\frac{\partial E_y}{\partial x} - \frac{\partial E_x}{\partial y} \right) k$$

En una imagen digital son discretos

La bibliografía clásica de Procesamiento de imágenes proviene de disciplinas que modelaron el problema como un continuo.

El procesamiento digital de una imagen muchas veces implica una implementación en el espacio discreto de ecuaciones continuas

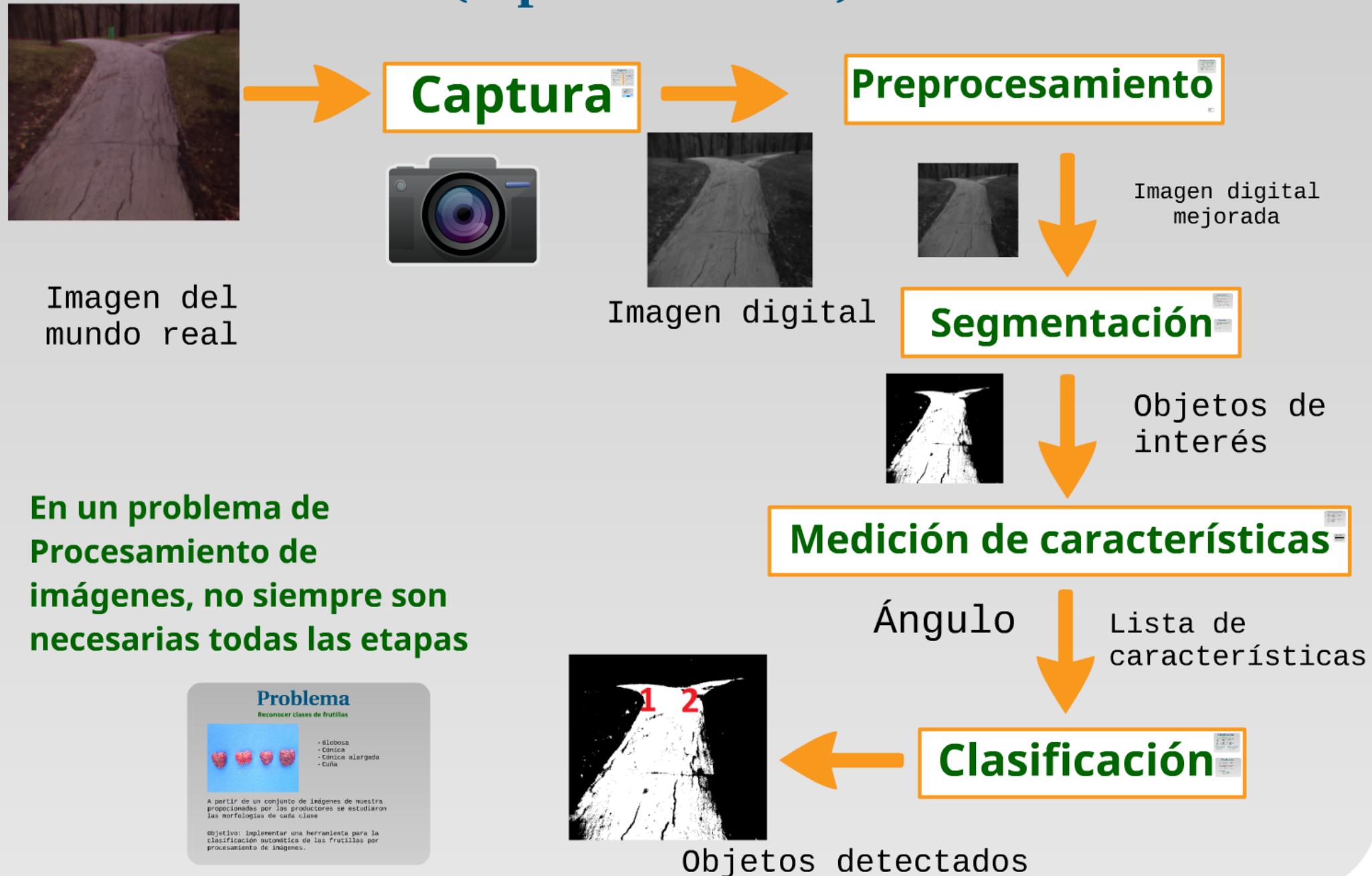
Aproximación discreta del gradiente

$$w = \begin{bmatrix} z_1 & z_2 & z_3 \\ z_4 & z_5 & z_6 \\ z_7 & z_8 & z_9 \end{bmatrix}$$

$$G_x = z_8 - z_6$$

$$G_y = z_9 - z_5$$

Etapas del procesamiento de imágenes (Pipeline de PDI)



Captura

- Diseño/Análisis del mecanismo / método de obtención de la imagen digital.

Captura controlada

- Es posible definir el dispositivo y las condiciones de la captura
 - Dispositivo
 - Escena
 - Distancia objetos-cámara
 - Fondo
 - Iluminación
 - Ángulos
 - Muestreo
 - Cuantificación

Se puede diseñar un sistema de captura ideal para optimizar el procesamiento posterior

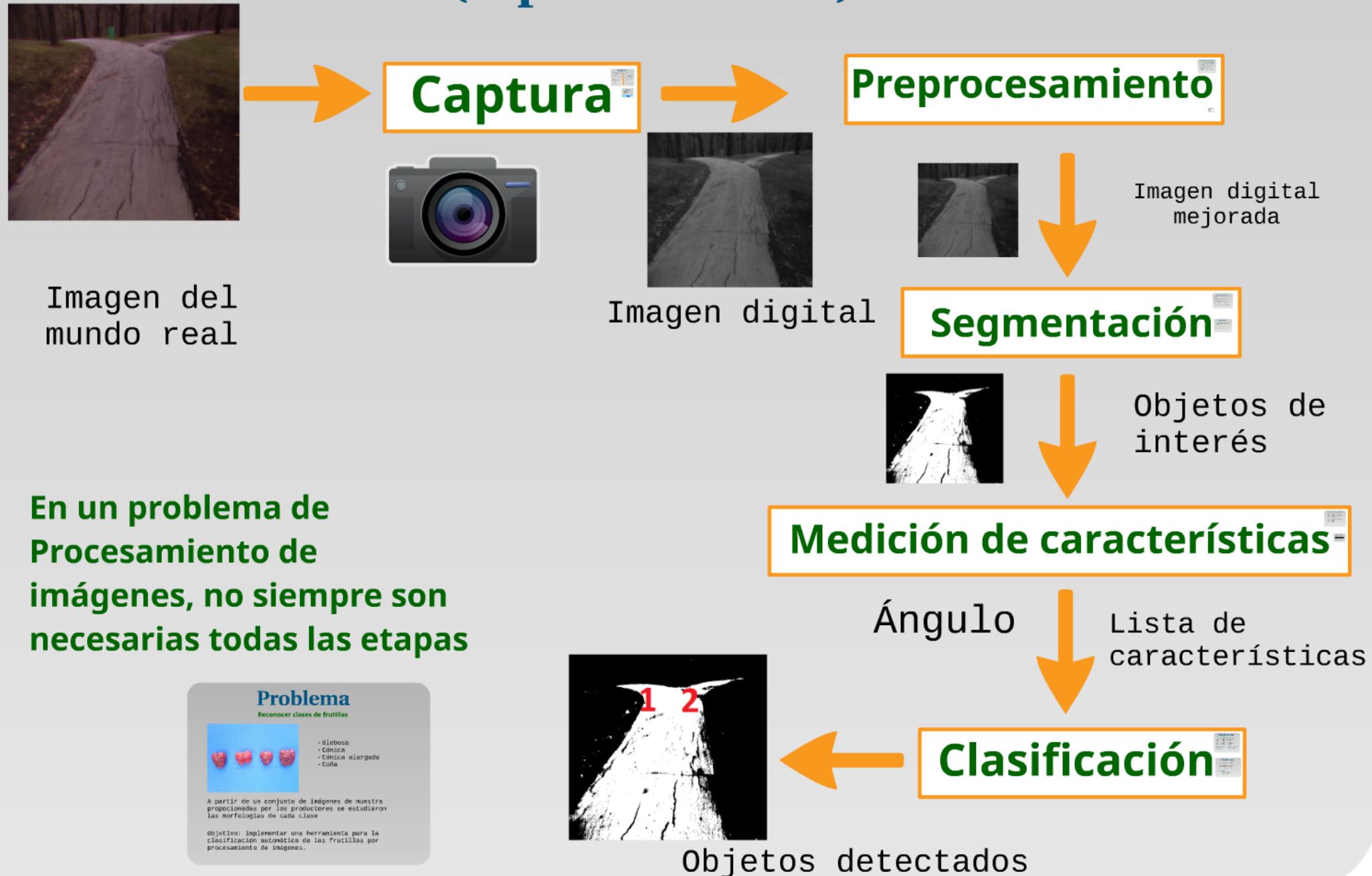
Captura definida por el problema

- No es posible cambiar las condiciones de la captura
- Se obtiene una imagen digital ya capturada

Es necesario analizar las condiciones de la captura para:

- Conocer las propiedades de la imagen
- La captura pueden condicionar los algoritmos a utilizar posteriormente

Etapas del procesamiento de imágenes (Pipeline de PDI)



Preprocesamiento / Realce

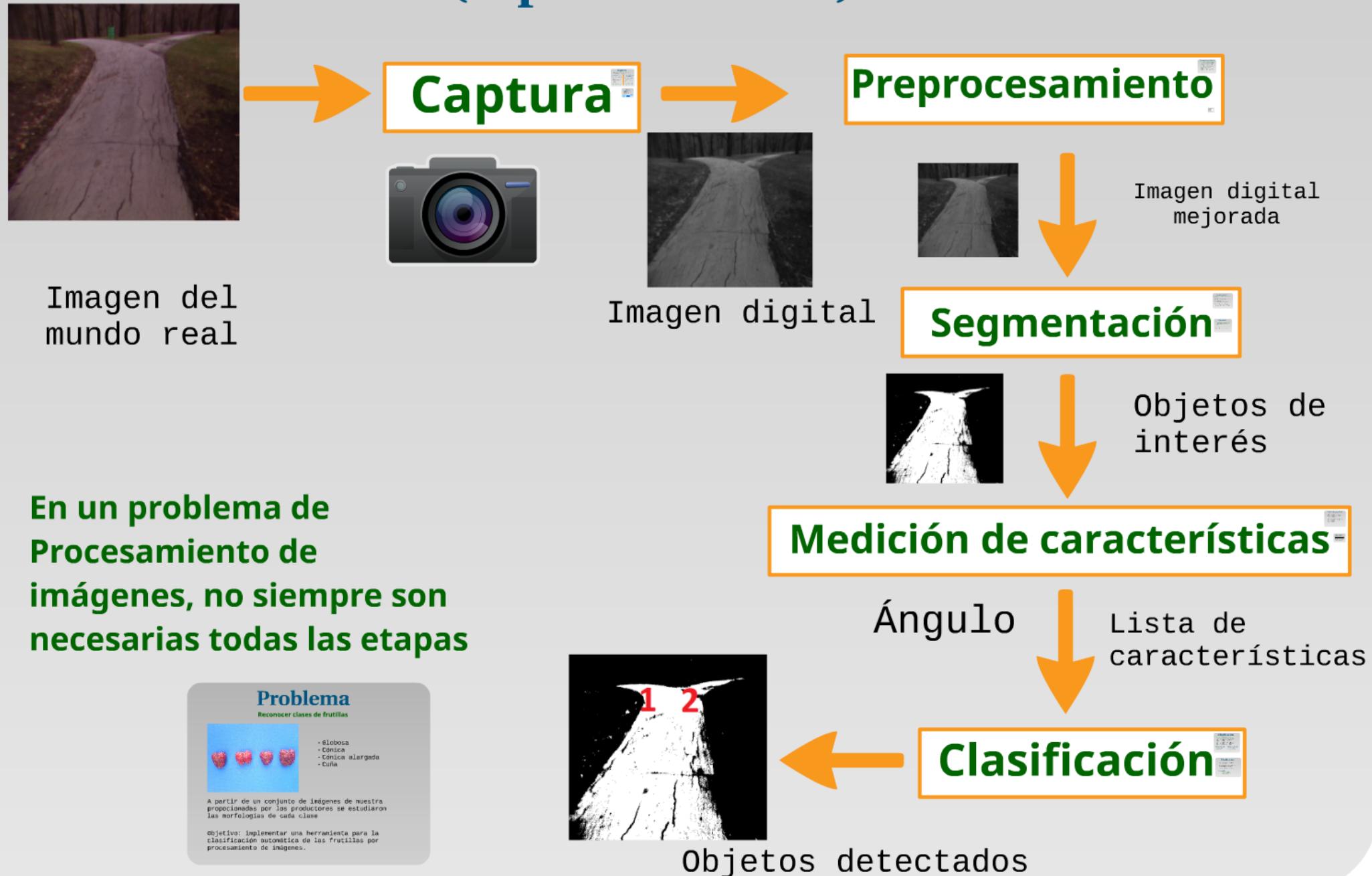
- Reducir el "ruido" de la imagen para optimizar el desempeño de los algoritmos de segmentación

Implica conocer la naturaleza del ruido de una imagen. Depende del problema o del sistema de captura

- Modificar una imagen para su mejor visualización por un humano

Ej. Modificar brillo/contraste para aprovechar el rango visible por el ojo humano.

Etapas del procesamiento de imágenes (Pipeline de PDI)

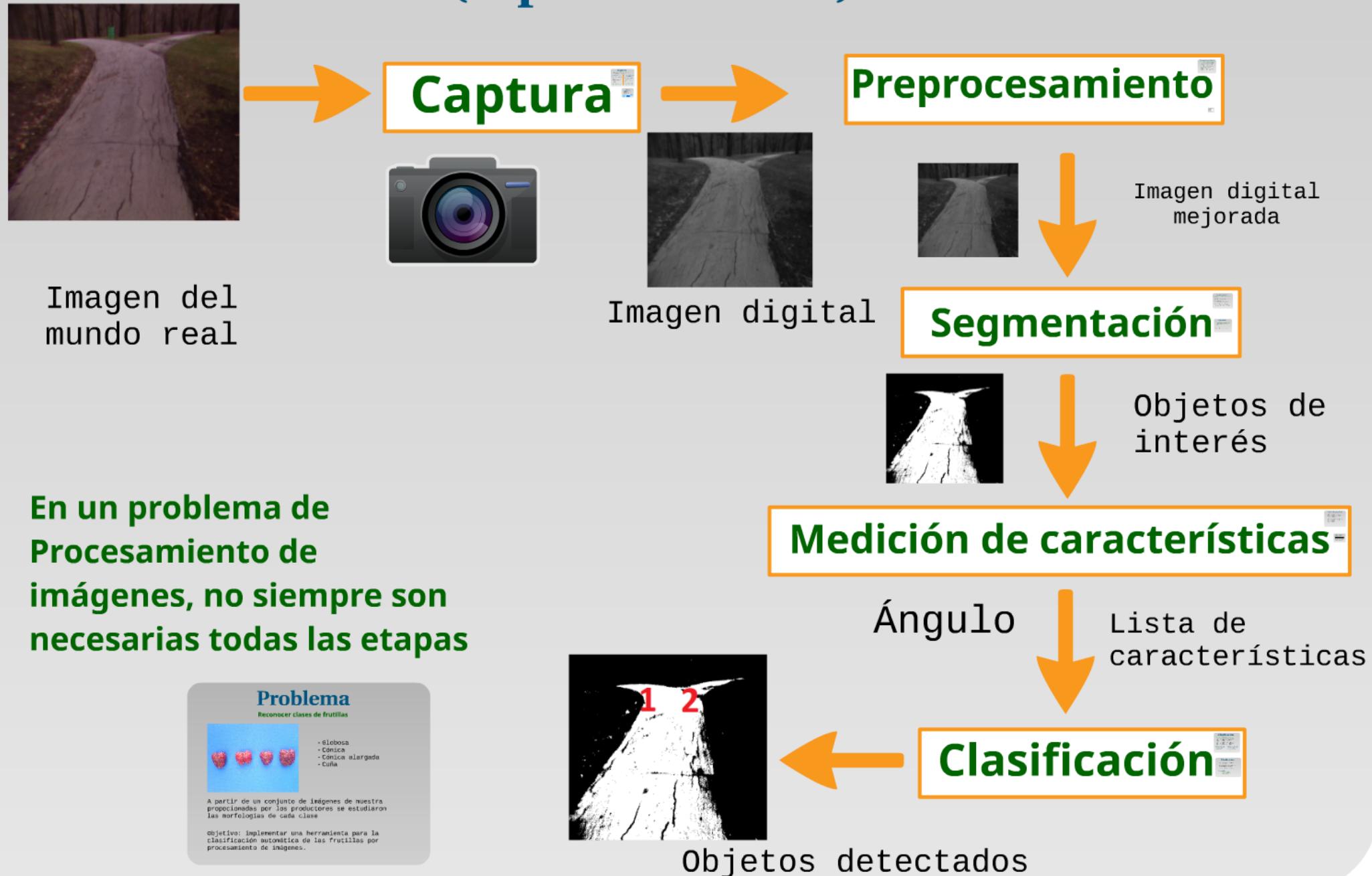


Segmentación

Reconocer y extraer cada uno de los objetos presentes en la imagen

- Determinar si un píxel corresponde a un objeto de interés o al fondo
- Propiedades analizadas: ubicación, intensidad, relación con píxeles vecinos, transformaciones, momentos, etc.
- Entrada: imagen cruda o preprocesada
- Salida: imagen binarizada con objetos detectados o lista de ubicación de objetos de interés

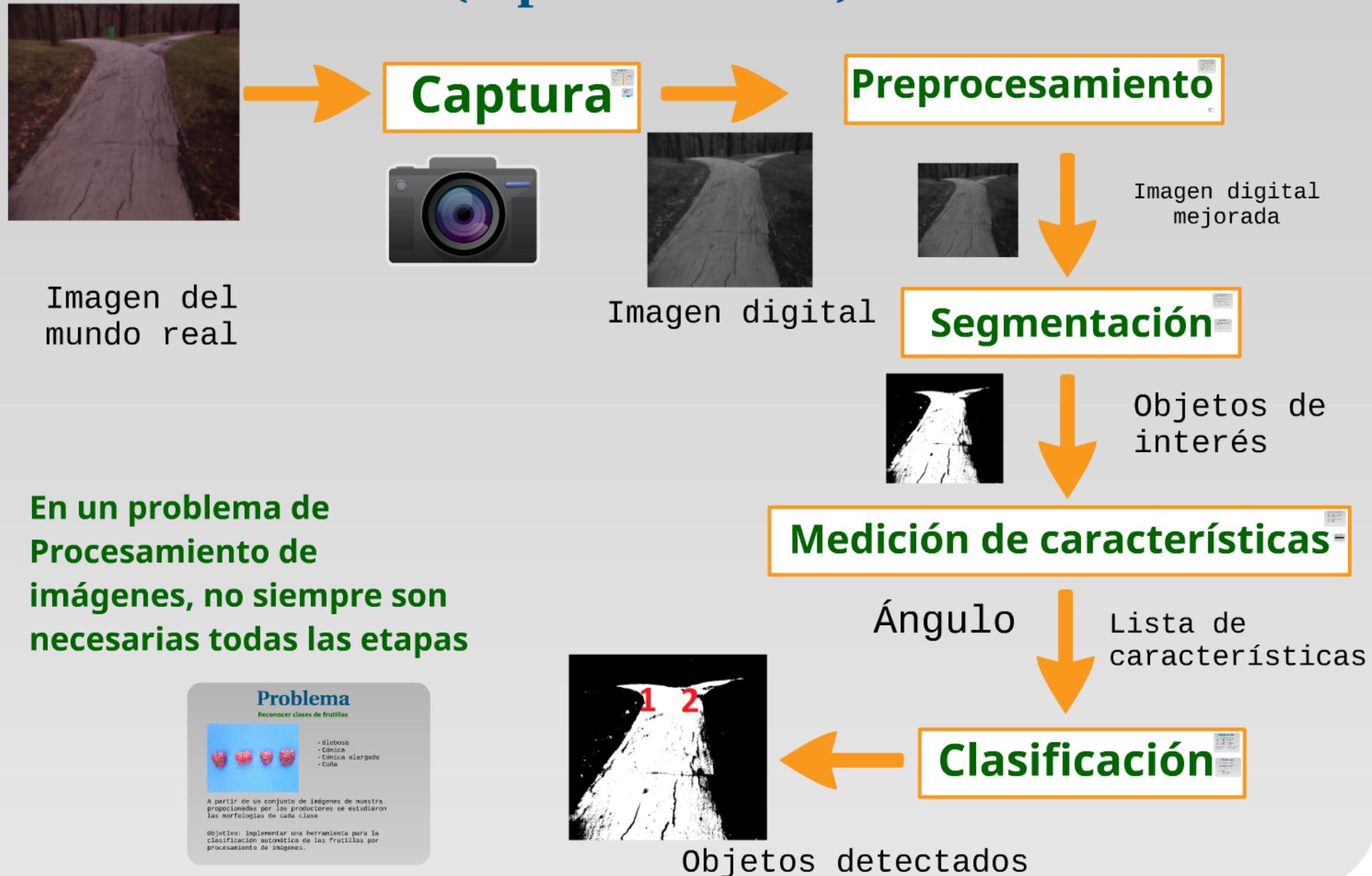
Etapas del procesamiento de imágenes (Pipeline de PDI)



Medición de características

- Seleccionar qué características distinguen a las clases de objetos a reconocer
- Diseñar / implementar algoritmos para la medición de las características

Etapas del procesamiento de imágenes (Pipeline de PDI)



Clasificación

Utilizar un modelo de toma de decisión para decidir a que categoría pertenece cada objeto.

Cuando se conocen las categorías se realiza un estudio previo

Cuando no se conocen las categorías es un problema de Clustering que implica encontrar las categorías o clases

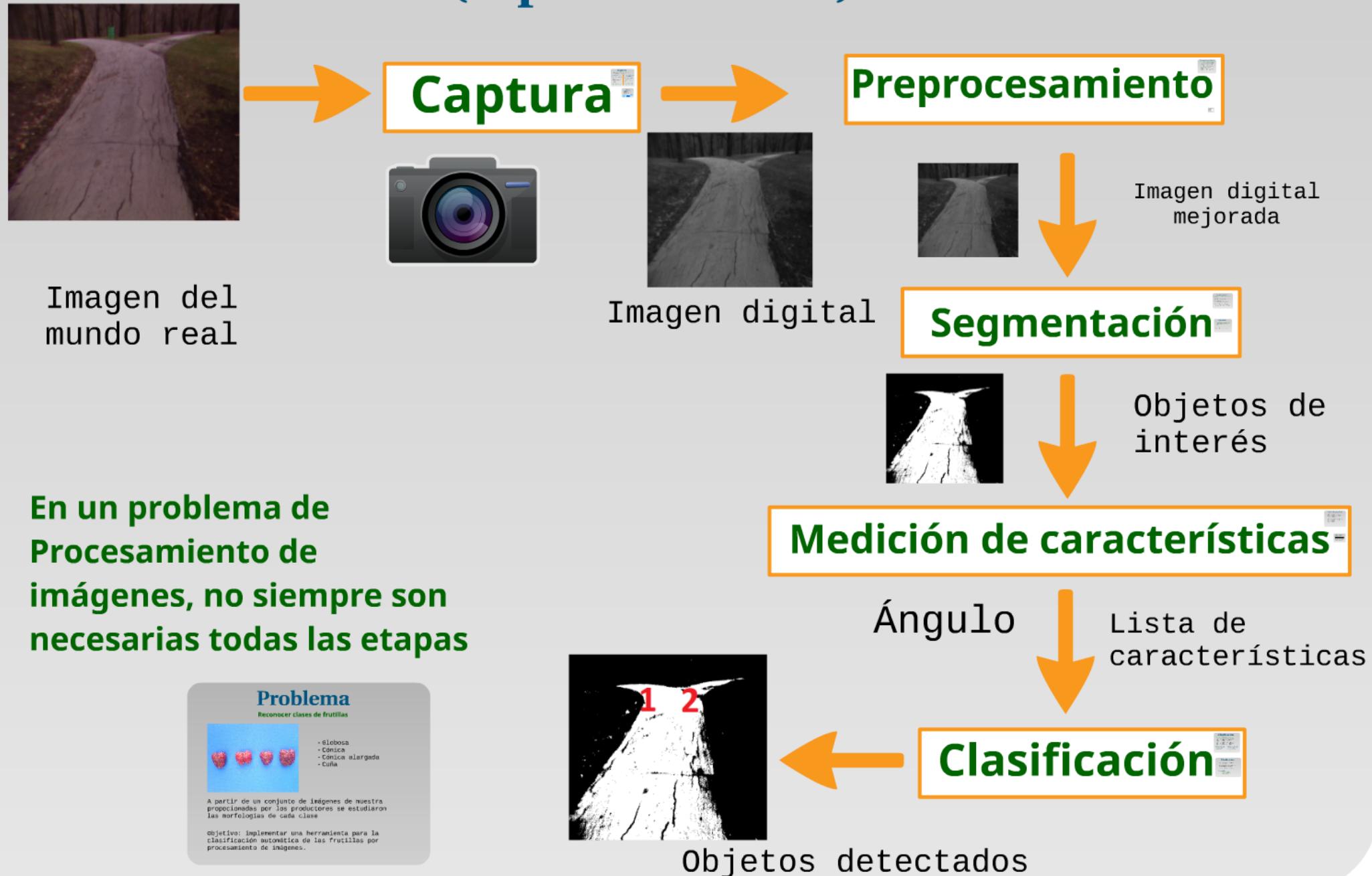
Clasificación supervisada

Se entrena un clasificador con intervención del usuario

Clasificación no supervisada

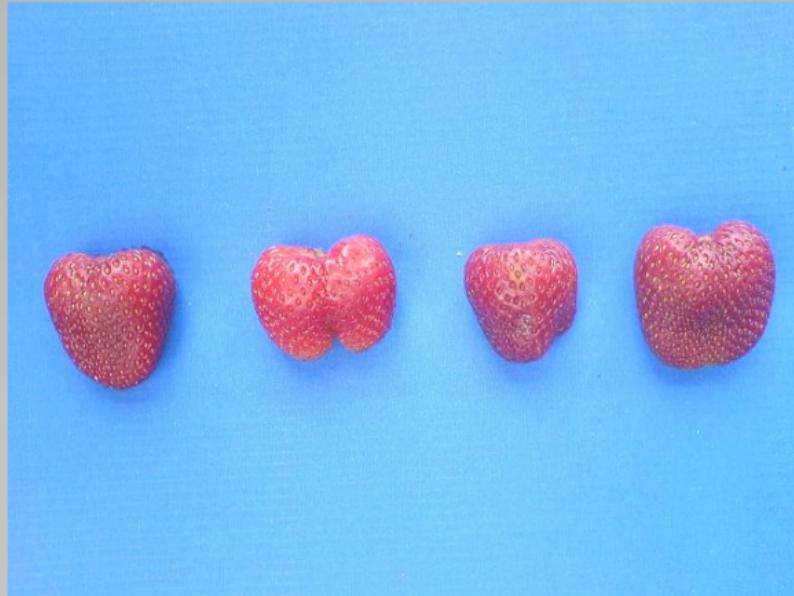
Se utiliza un clasificador "automático" que encuentra las clases

Etapas del procesamiento de imágenes (Pipeline de PDI)



Problema

Reconocer clases de frutillas



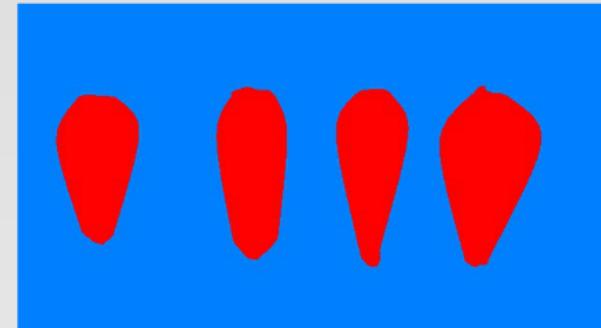
- Globosa
- Cónica
- Cónica alargada
- Cuña

A partir de un conjunto de imágenes de muestra proporcionadas por los productores se estudiaron las morfologías de cada clase

Objetivo: implementar una herramienta para la clasificación automática de las frutillas por procesamiento de imágenes.

Captura

- Ambiente con luz natural
- Fotografía sin flash
- Cartulina de color azul de fondo
- Ángulo recto
- Distancia objeto-cámara: 20 cm
- Resolución: 640x480 pixeles
- Modo macro
- Características de la cámara y otros parámetros



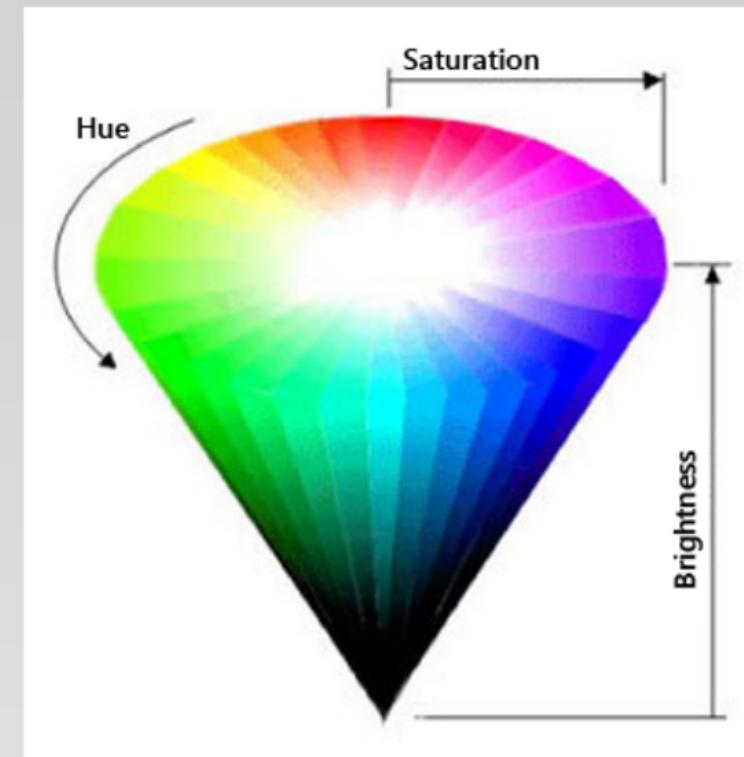
Preprocesamiento

- Conversión del espacio de colores RGB a HSV

Facilita la segmentación, al reducir el componente de color a un solo valor

- Eliminación de pixeles saturados

Cuando la saturación es mínima, el color es indefinido



No se aplicó ningún algoritmo de reducción de ruido, ya que no fue necesario

Segmentación

- Se recorre la imagen consultando por el valor de Hue de cada pixel
- Se realiza una búsqueda en profundidad con todos los vecinos
- Se marcan los pixeles visitados
- Se almacena la coordenada x,y en una lista para cada objeto detectado

Entrada: imagen en HSV

Salida: Lista de frutillas, cada una contiene una lista de coordenadas x,y

Medición de características

- Se analizó la morfología de las muestras de cada clase
- Se propuso el índice de circularidad y el índice de rectangularidad como características

Patrón	Índice Circularidad	Índice Rectangularidad
Globosa	0,79	1
Globosa Cónica	0,70	0,79
Cónica Alargada	0,55	0,70
Cuña	0,75	0,85
		0,82
		1

Para cada frutilla, se recorrió la lista de coordenadas x,y y se calcularon ambos índices, formando el vector característico de cada frutilla detectada

Clasificación

- Se recorre la lista de vectores característicos
- Se compara cada valor con el rango predefinido de cada clase
- Se asigna una clase al objeto

Test de sensibilidad

- Verdaderos positivos
- Falsos positivos

El pipeline de PDI en la realidad

- El pipeline de PDI es conceptual
- En una aplicación real, se suelen realizar las etapas al mismo tiempo
- Actualmente los nuevos enfoques de procesamiento de imágenes intentan imitar los mecanismos del cerebro -> Computación Perceptual