

# Contador automático de dinero en monedas.

Gustavo Scaramelli, Joaquín Barreyro

Trabajo práctico final de “Captura y Procesamiento Digital de Señales e Imágenes”, II-FICH-UNL.

**Resumen**—En este trabajo, se pretende realizar un contador de monedas automático. Para tal fin se utilizaron técnicas de detección de bordes y de detección de objetos.

Aprovechando que las monedas argentinas de valores diferentes tienen diámetros diferentes, el algoritmo desarrollado usa este hecho para identificar monedas. Es utilizada la función de MATLAB `edge()` para la detección de los bordes de las monedas. Luego es usada la técnica `Template Matching` para la detección de las monedas en la escena. Finalmente se cuenta la cantidad de cada objeto para calcular el monto que suman las monedas presentes en la imagen. Dado la simplicidad de los métodos utilizados, los resultados obtenidos son satisfactorios. La mayor parte de los problemas se presentaron a la hora de adquirir las imágenes.

**Palabras clave**—Reconocimiento, detección, `Template matching`, contador de monedas.

## I. INTRODUCCIÓN

Con el objeto de realizar un contador automático de dinero en monedas, empleando para ello las técnicas conocidas de procesamiento de imágenes, se realizaron los siguientes pasos: Adquisición de diferentes imágenes con monedas como contenido; obtención de patrones de las diferentes monedas; detección de bordes, tanto de las imágenes patrón como de las contenedoras del dinero a contar; aplicación de la técnica de `Template matching` para localizar las diferentes monedas en la escena; conteo de la cantidad de cada tipo de moneda encontrada en la escena.

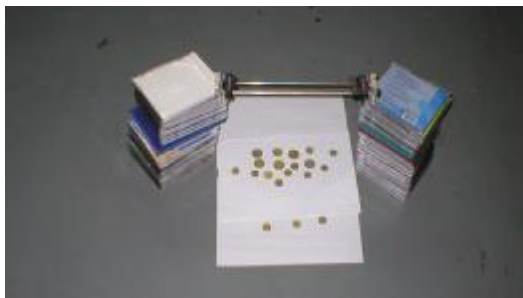


Fig. 1 Estructura para la adquisición de las imágenes.

## II. MATERIALES

Para la obtención de las imágenes utilizamos una cámara digital Olympus D-380. Para tomar las fotografías se fue necesario montar una estructura que permitiera sujetar firmemente la cámara desde una altura superior a los 25 cm. La misma se realizó valiéndose de los recursos disponibles como puede verse en la fig1.

Se utilizaron monedas de diferentes valores y cantidades.

El programa se realizó en Matlab 5.0 por las facilidades que este software ofrece para el procesamiento de imágenes.

Para retocar las fotografías se usó Corel Draw 8.0. Para la edición de este documento se usó Microsoft Word 2000.

## III. DESARROLLO

### A. Primeras consideraciones

Se formularon algunas cuestiones que ayudarían a definir el problema y el alcance de la solución. Se determinó que se consideraría solo la detección de monedas argentinas de curso legal, sin analizar que sucede con monedas falsas, viejas o de otros países. También se supone que no hay superposición entre las monedas. Finalmente se elige trabajar con una cámara fija para evitar variaciones del tamaño de las monedas.

### B. Obtención de las fotografías

Lo primero que se realizó fue la adquisición de imágenes de diferentes disposiciones de monedas de diferentes valores y cantidades. Estas imágenes fueron adquiridas con una definición de 1600x1200 píxeles y fueron tomadas desde una altura aproximada de 26 cm.

El fondo elegido, en función de la facilidad para detectar los bordes de las monedas, fue blanco. La iluminación, dada la falta de recursos, estuvo dada por una lámpara fluorescente común. Entre las posibilidades que se tenían se eligió esta por brindar un campo de iluminación homogéneo.

### C. Tratamiento de las imágenes.

Las imágenes se obtuvieron en RGB con 24bits de profundidad, con definición de 1600X1200. Mediante la herramienta Corel Draw se convirtieron a imágenes en escala de grises con 8 bits de profundidad y se redujo su tamaño a un 60% para mayor velocidad a la hora de procesarlas. En una posible aplicación, se esperaría que las fotografías sean tomadas con todas las características necesarias para directamente procesarlas sin tener que retocarlas. El resultado se ve en la Fig. 2.

### D. Desarrollo del software.

El programa se divide en tres módulos: un modulo principal, otro encargado de encontrar las monedas y un tercero que las cuenta.

El archivo `Principal.m` contiene el núcleo del programa. En este, lo que se hace es: Cargar las imágenes, llamar al módulo de encontrar monedas, llamar al modulo de contar monedas, y finalmente calcular el monto en dinero. El archivo `encontrar.m` contiene una función con el mismo nombre que es la parte más importante del trabajo. Esta función recibe como parámetros una imagen, una moneda a buscar en dicha imagen, y un valor de tolerancia que será explicado mas adelante.

Lo primero que hace esta función es detectar los bordes de las monedas, obteniendo una imagen binaria con unos en los bordes y ceros en el resto. Para ello se utilizó la función de matlab `edge()` con el parámetro Robert para especificar el método de derivación. El resultado se puede ver en la Fig. 3. Es un conjunto de anillos de diferentes diámetros, y cada diámetro se corresponde con una moneda de valor diferente. También se detectan los bordes de la moneda patrón, para obtener el anillo correspondiente.

El próximo paso dentro de la función, es usar el método de Template Matching para encontrar todas las monedas iguales a la moneda patrón pasada como parámetro, ahora transformadas en anillos de diámetro acorde con su valor.



Fig. 2 Imagen original previa a la detección de bordes.



Fig. 3 Detección de bordes mediante la función `edge()`

Como resultado la función en cuestión retornará una imagen binaria, con tantos píxeles blancos como monedas haya encontrado. Es en este punto donde cumple su papel el valor de tolerancia mencionado anteriormente. Depende de él la sensibilidad para tomar o descartar ciertos puntos como posibles manifestaciones de una moneda.

La función `contar()`, que está ubicada en el archivo `contar.m`, recibe las imágenes binarias generadas por la función `encontrar()` y cuenta la cantidad de ocurrencias de una determinada moneda en la imagen, es decir, la cantidad de puntos blancos, teniendo en cuenta para ello algunas cuestiones como por ejemplo: si dos puntos están demasiado cerca uno del otro entonces corresponden a la misma moneda y no debe sumarlo dos veces.

Ahora ya se conocen cuales y cuantas monedas hay en la imagen, y se procede a la multiplicación por sus valores correspondientes y posterior suma, para finalmente mostrar el monto total.

#### IV. RESULTADOS

Los resultados han sido satisfactorios en gran medida. En un considerable número de imágenes ingresadas el valor

obtenido fue exacto. Sin embargo, en algunas oportunidades el método falló. Las fallas casi siempre estuvieron relacionadas con la calidad de las fotografías. Dada las condiciones precarias en las que se llevó a cabo la obtención de las imágenes, resultó muy difícil repetir dos veces exactamente el mismo entorno, ya sea o por la posición de la cámara o por la iluminación.

El método resultó muy resistente en cuanto al estado de deterioro de las monedas se refiere, debido a que es muy raro que se altere el diámetro de las mismas. El caso particular de la moneda de 25 centavos ha dado algunos problemas. Existen dos tipos de estas monedas, una color plata y otra dorada, aparentemente del mismo diámetro, por lo cual era de esperarse que se detectaran las dos sin ningún inconveniente. Sorprendentemente, en algunos casos fue imposible encontrar una moneda dorada utilizando como patrón una plateada o viceversa. No hubo diferencias en cuanto al número de éxitos en imágenes con alta y baja densidad de monedas. Sí hubo una mayor dificultad en reconocer las monedas más distantes del centro de la imagen. La moneda identificada con mayor facilidad fue la de 50 centavos, probablemente por su diámetro bien diferente de todas las otras.

#### V. CONCLUSIONES

Al término de este trabajo se puede concluir que el método presentado es muy útil como herramienta para el aprendizaje del planteo y solución de problemas mediante el uso de procesamiento de imágenes. Se ha aprendido mucho y disfrutado durante la elaboración. Sin embargo, para adoptar el sistema propuesto como solución a un problema real, muchos son los puntos que deberían ser corregidos. La mayor dificultad se ha presentado a la hora de adquirir las imágenes. Es crucial para que el experimento funcione la posibilidad de fijar la cámara a una distancia determinada. Otra cuestión donde se puede trabajar es en la iluminación. Una escena iluminada apropiadamente aumentaría de manera considerable las posibilidades de tener éxito en la detección de las monedas. Finalmente, señalar que si bien la técnica de Template matching ha respondido bastante bien, no es muy eficiente, ya que al aumentar la definición de las imágenes, y por lo tanto la cantidad de píxeles, el algoritmo se vuelve lento.

#### REFERENCIAS

- [1] Digital Image Processing. Rice University. <http://www.owlnet.rice.edu/>
- [2] Documentación de Matlab, <http://www.mathworks.com/access/-elpdesk/1p/techdoc/matlab.shtml>