

Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Escuela de Ingeniería Electrónica  
CE5201 Procesamiento y Análisis de Imágenes Digitales  
Profesor: Dr. Pablo Alvarado Moya  
I Semestre, 2017  
**Examen Final**

Total de Puntos:	55
Puntos obtenidos:	
Porcentaje:	
Nota:	

Nombre: \_\_\_\_\_

Carné: \_\_\_\_\_

### Instrucciones:

- Utilice los archivos brindados para solucionar los problemas del examen.
- Debe adjuntar algún documento escaneado o digital, claramente identificado con su nombre y número de carné, con las justificaciones de sus decisiones de diseño para sus soluciones.
- Resuelva el examen en forma ordenada y clara.
- El uso de color rojo **no** está permitido, pues se utiliza para calificar.
- El examen es una prueba **individual**. Si bien es aceptado que discutan en general posibles caminos de solución, cada quien debe elaborar sus respuestas individualmente. No se tolerarán respuestas idénticas.
- El no cumplimiento de los puntos anteriores equivale a una nota igual a cero en el ejercicio correspondiente o en el examen.

Problema 1	de 10
Problema 2	de 10
Problema 3	de 20
Problema 4	de 15

### **Problema 1** Transformaciones geométricas

**10 Pts**

En este primer problema usted debe programar en GNU/Octave una transformación geométrica de una imagen basada en una transformación lineal en coordenadas homogéneas de la forma  $\underline{\mathbf{p}}' = \mathbf{A}\underline{\mathbf{p}}$ , o de forma matricial:

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}$$

donde  $(x, y)$  son las coordenadas de la imagen original y  $(x', y')$  son las coordenadas de la imagen modificada,  $\underline{\mathbf{p}} = [x, y, 1]^T$  y  $\underline{\mathbf{p}}' = [x', y', 1]^T$ .

La matrix

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

se asume que no es singular.

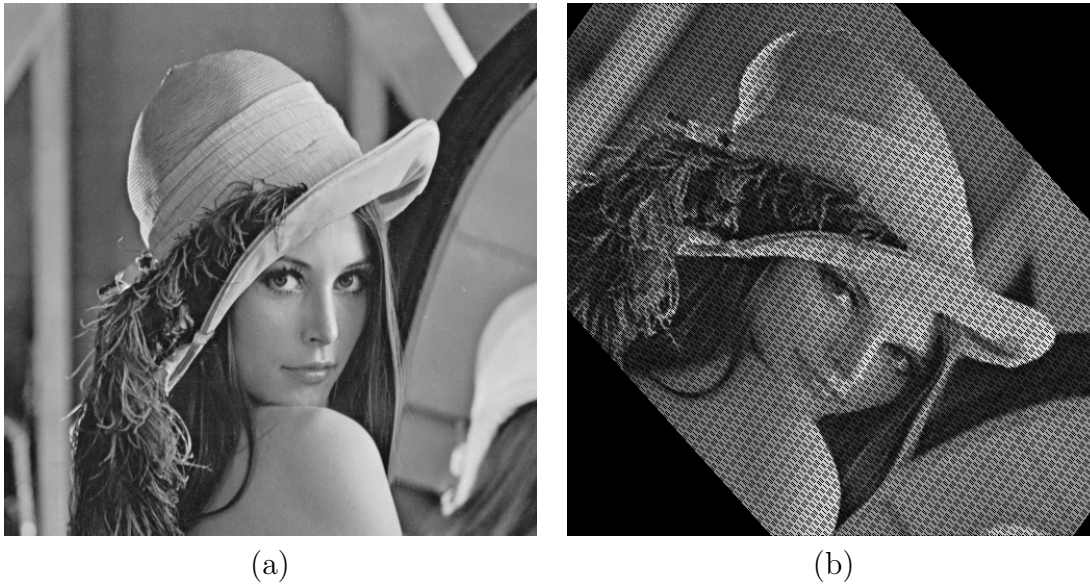


Figura 1.1: Ejemplo de distorsión con matriz  $\mathbf{A}$  no singular, donde quedan agujeros sin asignar. (a) imagen original, (b) imagen distorsionada

En el archivo `prob1.m` se muestra tal transformación implementada directamente de una forma ingenua, que deja algunos espacios sin asignar, dependiendo de la distorsión empleada (ver figura 1.1)

Proponga e implemente una solución eficiente que no deje espacios vacíos dentro del área de la imagen, para *todas* las posibles transformaciones  $\mathbf{A}$  no singulares.

### **Problema 2** Transformada de Fourier 2D

**10 Pts**

El programa `prog2.m` calcula el espectro con la FFT de la imagen de `lenna.png`, pero tiene el problema de que se muestra con la frecuencia 0 en la esquina superior izquierda, lo que no permite apreciarlo bien.

2.1. Modifique la imagen en el dominio espacial para que el espectro salga centrado, es decir, que la frecuencia (0,0) se muestre en el centro de la imagen. Elabore la razón teórica por la cual su solución funciona.

**5 Pts**

2.2. En una cadena de procesamiento usted obtiene la figura 2.1 a partir del espectro usando la función `ifft2`.

**5 Pts**

En `prog2.m` esto es simulado en la respuesta espectral FD. Modifique dicha respuesta espectral para que la imagen obtenida con la inversa de la FFT sea la correcta (debe resultar en algo como la figura 1.1a). Explique la razón teórica por la cual su solución funciona.

### **Problema 3** Color y bordes

**20 Pts**

En este problema usted sugerirá e implementará una prueba de concepto de un detector de naranjas. Su protipo debe crearlo en el archivo `prog3.m`, y usará el archivo `naranjas.jpg` para probar. Debe resolver los siguientes subproblemas.

3.1. Diseñe un canal de color adecuado para extraer bordes. Observe que el color naranja debe contrastar fuertemente con el canal verde, así que usted debe combinar adecuadamente los canales de color del espacio RGB para acentuar ese contraste.

**5 Pts**



Figura 2.1: Resultado de cadena de procesamiento en la frecuencia.

- 3.2. Utilice el detector Canny para encontrar los bordes del canal que usted diseñó en el punto anterior. Determine empíricamente los dos umbrales y tamaño del filtro gaussiano que le permitan detectar mejor los bordes de las naranjas, minimizando el ruido. 5 Pts

- 3.3. Utilice la transformada de Hough para detectar círculos en un rango de radios adecuado. 10 Pts

Se adjunta el archivo `houghpeaks.m` que implementa parcialmente al comando equivalente de MatLab. Este método recibe como entrada un “plano” de la salida de `houghtf`, es decir, solo la información para un único radio, y otros parametros de configuración que usted debe seleccionar adecuadamente (justifique sus selecciones). Como salidas `houghpeaks` produce las posiciones de los máximos detectados en dicho plano. Es su tarea entonces detectar los círculos en todo el rango de radios deseado y proponer alguna idea para la selección de los círculos finales correctos.

Finalmente, usted debe dibujar los círculos detectados, con el radio correspondiente sobre la imagen original.

#### **Problema 4** Contraste, umbralización y morfología

15 Pts

En este problema usted debe mejorar el contraste de una imagen para poderla visualizar mejor, umbralizarla para poder segmentarla en dos tipos de regiones: objeto y no-objeto, y finalmente utilizar operaciones morfológicas para reducir irregularidades de los componentes conectados en la imagen.

Utilice el archivo `prog4.m` para responder a esta parte del examen.

- 4.1. Mejore el contraste de la imagen cargada en `prog4.m`. 5 Pts
- 4.2. Elija un método para umbralizar su imagen, que elija automáticamente el umbral. El resultado debe ser una imagen con blanco para los objetos y negro para el fondo (se usan las mismas naranjas del problema anterior). Justifique su elección. 5 Pts
- 4.3. Elija una operación morfológica y el correspondiente elemento estructural para reducir las irregularidades en los bordes de los componentes conectados, considerando que se desea cerrar

agujeros intentando además no asignar al objeto pixeles que en la imagen original pertenezcan al fondo.

5 Pts