

EL7007-1 - Introducción al Procesamiento Digital de Imágenes

TAREA 1

Profesor: Claudio Pérez F.
Auxiliar: Jorge Zambrano I.
Ayudante: Juan Pablo Pérez C.
Semestre: Primavera 2021

DETECCIÓN DE OBJETOS EN IMÁGENES BASADO EN MODELO DE HUBEL Y WIESEL

1. **Objetivo:**

El objetivo de esta tarea es desarrollar de forma paulatina un sistema simple de detección de objetos en imágenes, basado en la teoría de campos receptivos de Hubel y Wiesel.

2. **Descripción:**

El reconocimiento de objetos es un problema altamente desafiante y que continúa bajo investigación, debido a la alta variabilidad de patrones y las diferentes estrategias para abordar este problema. En la actualidad, las Redes Neuronales Convolucionales han presentado un mejor desempeño ante otros tipos de sistemas detectores, basándose en la extracción de características por medio de filtros convolucionales. Estos tipos de filtros se basan en el modelo de Hubel y Wiesel, quienes descubrieron que ciertas neuronas se excitan cuando un patrón simple se sitúa en una zona particular de la retina, y que dichos estímulos decrecen cuando el patrón se aleja.

Esta tarea tiene como finalidad implementar detectores simples de patrones, diseñando filtros capaces de encontrar dichos objetos dentro de una imagen. Se partirá con patrones simples dentro de una imagen binaria, hasta elementos más complejos como una pieza de ajedrez en un tablero, o la detección de palabras en una sopa de letras.

3. **Implementación:**

3.a. Detección de un patrón específico:

En esta sección se desarrollará la detección de un patrón simple en una imagen pequeña. Se comprenderán los conceptos para luego generalizarlos.

3.a.1 Implemente un método que realice la convolución entre una imagen y un kernel. La imagen puede ser de cualquier dimensión al igual que el kernel. No es necesario que aborde el problema de los bordes, es decir, asuma que la convolución se hará solamente cuando el kernel esté totalmente contenido en la imagen.

3.a.2 Dentro de una matriz de ceros de 10 x 10, genere una letra "L" con 3 píxeles verticales y dos horizontales. Utilizando **un kernel de 3x3 balanceado** (-1 en los bordes y 8 en el centro), genere un filtro detector para este patrón siguiendo el esquema de Hubel y Wiesel. Para generar el filtro detector, haga la convolución entre la imagen de la letra L y el kernel.

3.a.3 Aplique el filtro generado a la imagen, haciendo la convolución de esta imagen con el filtro encontrado. De esta forma se está haciendo la detección del objeto.

3.a.4 Presente los valores de la matriz del filtro detector y del resultado de la convolución. Para una mayor comprensión, presente estos dos resultados en forma de mapas de calor (colorbar) y explique los resultados.

3.b. Detección de un patrón general:

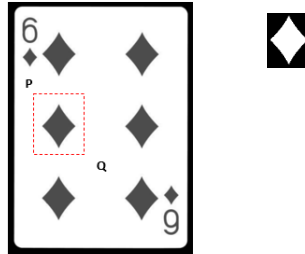
Ahora, se cargarán las diferentes imágenes entregadas y se detectarán objetos en las mismas. Para ello, debe trabajar con imágenes binarias y presentar los resultados sobre la imagen

original. Muestre los resultados intermedios que se solicitan solo de un ejemplo en particular que usted desee.

3.b.1 Lea una de las imágenes entregadas y conviértala a imagen binaria. Hint: verifique si es necesario invertir el patrón binario.

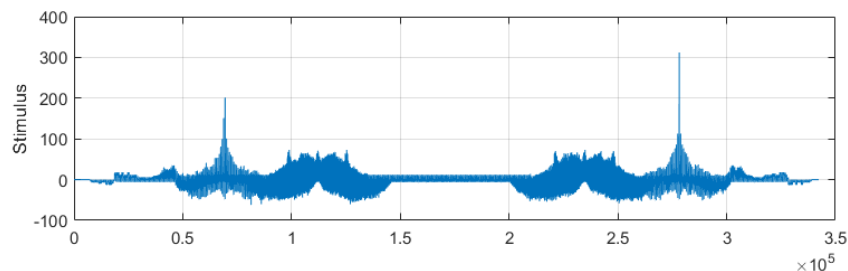
3.b.2 Escriba un algoritmo que permita recortar un patrón de una imagen, señalando con un clic la parte superior izquierda (P) y la parte inferior derecha (Q) del rectángulo que contiene al objeto, como se muestra en la figura.

Hint: Puede utilizar la función **ginput** tanto de Matlab como de Matplotlib para obtener los puntos solicitados.



3.b.3 Calcule el filtro detector del patrón seleccionado al igual que en la sección anterior, es decir, convolucionando el **kernel balanceado** con el patrón recortado. El resultado de esta convolución es el filtro detector, el cual deberá ser convolucionado con la imagen binaria completa para hacer la detección.

3.b.4 Convierta esta matriz a un vector fila, y muestre los resultados en una gráfica. Esto le servirá para decidir sobre un umbral de detección, por ejemplo, para la figura mostrada, un umbral adecuado sería 200 (o un 80% del estímulo máximo).



3.b.5 Recupere las posiciones (x, y) de los valores que superan el umbral, y grafique sobre la imagen original bounding boxes sobre dichas posiciones. Puede utilizar la siguiente línea como referencia.

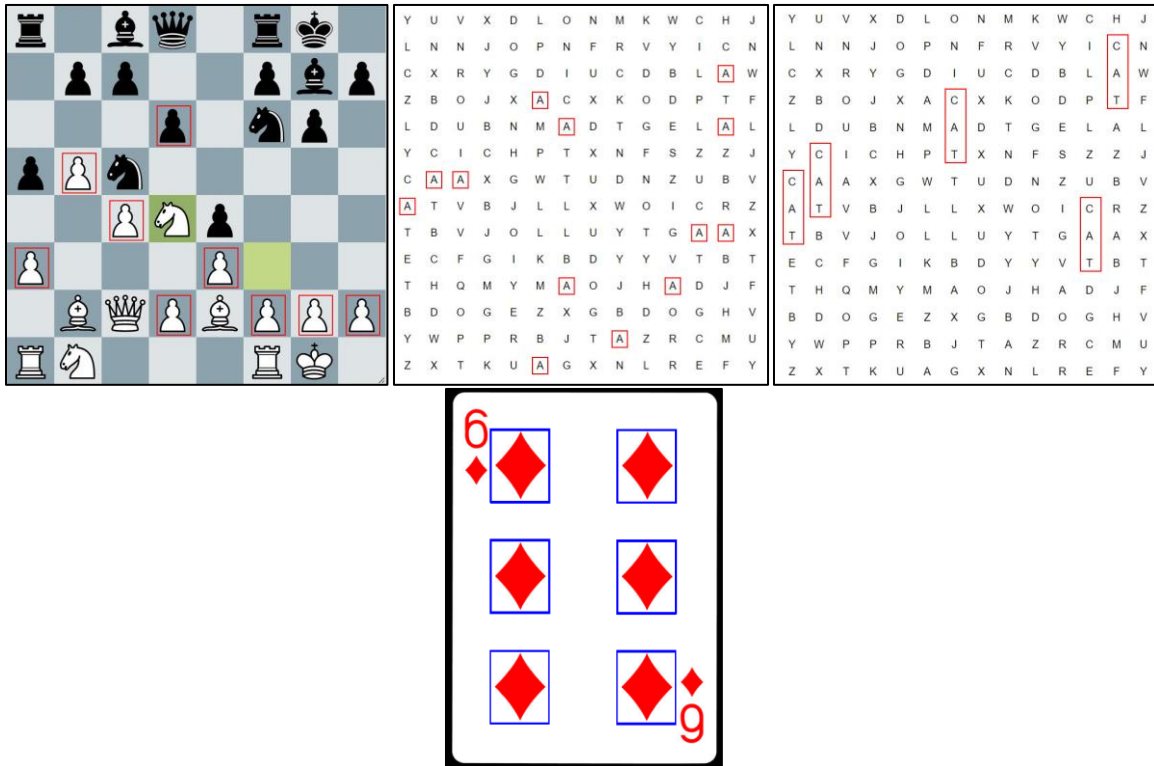
```
[x, y] = find(detec >= 0.8 * max(detec(:)));
```

Detecte sobre las imágenes entregadas los patrones indicados. Además, implemente un algoritmo para evitar múltiples detecciones (Supresión de no Máximos). Se debe indicar en pantalla la cantidad de objetos encontrados.

Comente las ventajas y desventajas de este método y explique por qué se dan falsos positivos y negativos al momento de la detección.

Finalmente proponga (no hace falta implementarlo) cómo se pueden obtener mejores resultados con este algoritmo.

A continuación, se presentan algunos resultados esperados:



4. Listas de detecciones:

ChessBoard: Caballos - Peones
 Sopa_Letras: La palabra CAT (Vertical) y DOG (Horizontal)
 cartas: Diamantes grandes
 seis: Diamantes grandes
 Cervantes: Palabra "quijote"
 Mancha: Palabra "no"

5. Entregables:

- Presente un reporte individual del trabajo. Además, incluya en el informe las detecciones solicitadas en cada imagen.
- El código también debe ser entregado, asegúrese de que pueda ser ejecutado por los revisores para comprobar el algoritmo. Se puede implementar en Python o Matlab.

Nota: Recuerde que, para realizar la convolución, el filtro debe ser reflejado horizontal y verticalmente.

La fecha de entrega de trabajo será el día 12/10/2021 a las 18:00 hrs por medio de U-cursos.