

# TAREA 10 : INFORME FINAL IDENTIFICADOR DE BILLETES\*

Pablo Andres Montufar Perez, 201902235<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería, Escuela de Mecánica Eléctrica, Universidad de San Carlos,  
Edificio T1, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala.

Este documento describe el desarrollo de un sistema de gestión de parqueo y facturación para un parqueo automatizado. El sistema permite la entrada de datos relacionados con los usuarios y vehículos, genera una factura basada en el tiempo de parqueo y almacena la información en una base de datos PostgreSQL. Además, la información de la factura es guardada en un archivo de texto para su futura consulta. Este sistema facilita el control y la facturación eficiente de los usuarios del parqueo.

## I. INTRODUCCIÓN A LA VISIÓN POR COMPUTADOR

La visión por computador, una rama de la inteligencia artificial que busca imitar la visión humana, juega un papel crucial en el desarrollo de tecnologías actuales debido a su amplia gama de aplicaciones. Desde el reconocimiento facial en redes sociales hasta el control de robots autónomos en líneas de producción, esta disciplina ha transformado diversos campos.

Una tarea central en la visión por computador es la clasificación de imágenes, que consiste en asignar una categoría a una imagen basada en su contenido. Aunque esta tarea es sencilla para un ser humano, representa un desafío para los sistemas computacionales y tiene numerosas aplicaciones prácticas.

Este trabajo introduce los conceptos básicos de la visión por computador y técnicas de procesamiento de imágenes. Asimismo, se presenta un modelo basado en redes neuronales convolucionales para la clasificación de imágenes. Finalmente, se aplica este modelo al reconocimiento de papel moneda de Guatemala, con el objetivo de asistir a personas con discapacidad visual en su identificación.

## II. DEFICIENCIA VISUAL Y PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

### A. Deficiencia Visual

#### 1. Definición

La deficiencia visual describe cualquier daño o pérdida de la función visual que impide realizar tareas cotidianas normalmente. Incluye distintos niveles de limitación visual como ceguera, baja visión y deficiencia visual.

Categoría	Características de Agudeza Visual
0	Sin discapacidad o leve
1	Discapacidad visual moderada
2	Discapacidad visual grave
3	Ceguera
4	Ceguera total
5	Sin percepción de luz

Cuadro I: Categorías de discapacidad visual según la OMS.

#### 2. Clasificación según la Organización Mundial de la Salud (OMS)

##### 3. Medición de la Discapacidad Visual

a. *Agudeza Visual* Es la medida de la claridad visual y la capacidad de distinguir detalles, calculada mediante el ángulo mínimo de resolución, y expresada comúnmente en la escala de Snellen. El cálculo de la agudeza visual se representa como:

$$AV = \frac{1}{MAR}$$

Donde *MAR* es el ángulo mínimo de resolución.

#### b. Datos Importantes de la OMS (2015)

- 253 millones de personas con discapacidad visual.
- 36 millones con ceguera total.
- 28 % en edad laboral.
- 90 % en países en desarrollo.
- 1.4 millones de niños con ceguera.

#### c. Causas Principales de Discapacidad Visual

- Errores de refracción no corregidos (53 %).
- Cataratas (25 %).
- Degeneración macular (4 %).
- Retinopatía diabética (1 %).

\* PROYECTOS DE COMPUTACION APLICADA A I.E. Sección A

## B. Procesamiento de Imágenes Digitales

### 1. Formación de Imágenes Digitales

#### a. Componentes Principales

- Fuente de luz.
- Objeto/Escena.
- Sistema óptico.
- Sensor de captura.

#### b. Tipos de Sensores

- CCD (Charge-Coupled Device).
- CMOS (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor).

### 2. Representación de Imágenes

#### a. Tipos de Imágenes

- **Imagen RGB:** Tres matrices de color (Rojo, Verde, Azul). Cada matriz representa la intensidad de un canal.
- **Imagen en Escala de Grises:** Valores entre 0 (negro) y 255 (blanco). Conversión desde RGB mediante:

$$I_{grises} = 0.2989R + 0.5870G + 0.1140B$$

- **Imagen Binaria:** Solo dos valores: 0 (negro) o 1 (blanco). Obtenida mediante umbralización.

### 3. Transformaciones Geométricas

- Rotación.
- Escalamiento.
- Traslación.

### 4. Filtrado de Imágenes

#### a. Métodos de Filtrado

- **Dominio Espacial.**
- **Dominio de Frecuencia:** Utilizando la Transformada de Fourier:

$$F(u, v) = \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y) e^{-j2\pi(ux/M + vy/N)}$$

#### b. Tipos de Filtros

- **Filtro Pasa Bajos:** Atenúa frecuencias altas y suaviza detalles de la imagen.

#### c. Ejemplo de Flujo de Filtrado

Imagen Original  $\xrightarrow{\text{Transformada de Fourier}}$  Filtro Pasa Bajos  $\xrightarrow{\text{Transformada de Fourier}}$

### 5. Consideraciones Finales

La visión por computador busca imitar la percepción visual humana. El procesamiento de imágenes permite extraer información útil, y cada transformación y filtro tiene un propósito específico en el análisis de imágenes.

## INTRODUCCIÓN A LAS REDES NEURONALES CONVOLUCIONALES (CNN)

### Fundamentos de las CNN

#### Características principales:

- Manejo de datos multidimensionales.
- Preservación de información espacial.
- Reducción significativa de parámetros comparado con redes prealimentadas.

### Arquitectura de las CNN

#### Componentes principales:

- Capas de convolución.
- Capas de agrupamiento (pooling).
- Capas totalmente conectadas (dense).

### Capa de Convolución

#### Operación Fundamental

#### a. Proceso de deslizamiento de filtro:

- La neurona se desplaza sobre los datos de entrada.
- Realiza una combinación lineal de valores.
- Aplica una función de activación.

### Propiedades Clave

#### b. Ventajas:

- Número reducido de parámetros.
- Adaptabilidad a diferentes tamaños de imagen.
- Detección de características locales.

#### c. Mapas de Características

- **Definición:** Matrices de respuesta generadas por cada filtro.
- **Función:** Ubicación de características específicas en la imagen.

## TRANSFER LEARNING

### Concepto Principal

- **Objetivo:** Aprovechar modelos previamente entrenados.

#### d. Proceso:

- Seleccionar modelo base.
- Eliminar capas de clasificación.
- Añadir nueva etapa de clasificación.
- Entrenar capas añadidas.

### Beneficios

- Reducción de recursos computacionales.
- Menor cantidad de datos necesarios.
- Entrenamiento más rápido.

## PREPARACIÓN DEL DATASET

### Consideraciones para Recolección de Datos

#### e. Requisitos para imágenes:

- Billetes ocupando al menos 1/5 de la imagen.
- Diferentes posiciones y ángulos.
- Variedad de fondos.
- Condiciones diversas de iluminación.

### Estructura del Conjunto de Datos

#### f. Distribución:

- 14 clases de billetes.
- 1 clase de fondo.
- Aproximadamente 320 ejemplos por clase de billete.
- 1000 ejemplos de fondo.

## III. REPOSITORIO DEL PROYECTO

El código fuente de este proyecto, junto con ejemplos y otros recursos, está disponible en el siguiente enlace:

Repositorio en GitHub

Este repositorio contiene el código original, las mejoras realizadas y las gráficas generadas por los programas descritos en este documento.