

Entrega 1: Evaluación de la Enfermedad de Parkinson Mediante Datos de Escritura a Mano

Fundamentos de Deep Learning

Jeferson Gallo

jeferson.gallo@udea.edu.co

Estudiante de Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones
Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3

8 de junio de 2024

Contexto

La enfermedad de Parkinson (EP) es una enfermedad neurodegenerativa que afecta el sistema nervioso central mediante la pérdida progresiva de neuronas dopaminérgicas [1]. La dopamina es un neurotransmisor encargado del funcionamiento de las vías neuronales asociadas con la motivación, el estado de ánimo y el control motor [3]. Por esta razón, la EP puede causar síntomas motores como la bradicinesia (lentitud en los movimientos voluntarios), la rigidez muscular y los temblores en reposo. Estos síntomas afectan significativamente diferentes actividades de los pacientes como lo es la escritura a mano, ya que los procesos de escritura necesitan una alta coordinación de los músculos y tendones que conectan el antebrazo la muñeca y los dedos. Adicionalmente, las principales anomalías que se evidencia en la escritura son la micrografía (reducción anormal en el tamaño de la escritura) y la disgrafía (déficits en la producción grafomotora debido a una combinación de varios signos cardinales de la enfermedad de Parkinson) [2].

Objetivo de Machine Learning

En este proyecto se abordará una clasificación bi-clase entre pacientes con la enfermedad de Parkinson versus personas sanas mediante señales de escritura a mano, utilizando diferentes tareas como dibujos, escritos y una tarea compleja. Las imágenes correspondientes a cada tarea se procesan mediante una red convolucional VGG16, la cual fue entrenada con la base de datos ImageNet, y a la cual se le agregan dos capas densas completamente conectadas para realizar la clasificación entre parkinson y controles. El objetivo principal se basa en determinar cual de las diferentes tareas de escritura me permite un mejor modelamiento de la enfermedad de parkinson.

Datos

Los datos fueron recopilados utilizando una tableta Wacom Cintiq 13 HD con retroalimentación visual para los participantes y con una frecuencia de muestreo de 180 Hz. Esta tableta proporciona seis señales diferentes provenientes del proceso de escritura: la posición x , la posición y , la distancia desde la superficie hasta el lápiz (la posición z), la presión del lápiz, el ángulo azimut y la inclinación del lápiz (la altitud). Para la creación de las imágenes se utilizan las señales (x, y) las cuales corresponden a los trazos realizados sobre la superficie de la tablet. Un ejemplo de las imágenes resultantes para algunas tareas se encuentran en la Figura 1.

Para este trabajo se tienen un total de 7 tareas dentro de las cuales se encuentran algunos escritos como el alfabeto, frase libre y nombre; tareas de dibujo como una línea curva, spiral y una casa; y finalmente se tiene una tarea compleja llamada rey.

Métricas de desempeño

En este proyecto se utilizarán métricas como la matriz de confusión, como también algunas métricas que se desprenden de esta.

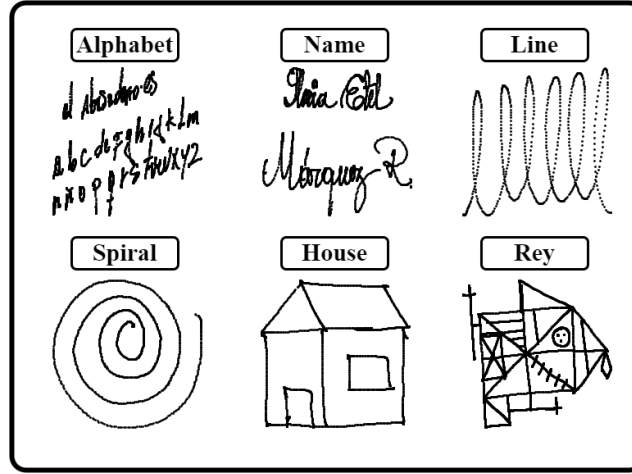


Figura 1: Imágenes de la base de datos.

Matriz de confusión

Es una matriz cuadrada donde el número de filas y columnas depende de la cantidad de clases diferentes que tenga el problema. Esta matriz organiza las predicciones correctas e incorrectas evidenciando el rendimiento del sistema para la predicción de cada clase. En problemas de clasificación bi-clase, la matriz de confusión es 2×2 donde en cada celda se pueden definir los siguientes términos:

- *Verdaderos positivos (TP, true positive)*: es la cantidad de datos de la clase positiva que el sistema clasifico correctamente.
- *Falsos positivos (FP, false positive)*: son la cantidad de datos de la clase positiva que el sistema clasifico erróneamente como pertenecientes a la clase negativa.
- *Verdaderos negativos (TN, true negative)*: es el número de datos de la clase negativa clasificados correctamente por el sistema.
- *Falsos negativos (FN, false negative)*: es el número de datos de la clase negativa que el sistema clasifico erróneamente como pertenecientes a la clase positiva.

Además, otras métricas pueden ser estimadas de acuerdo con la información de la matriz de confusión:

- *Exactitud (acc, accuracy)*: se define como la cantidad de aciertos en ambas clases sobre el total de datos.

$$acc = \frac{TP + TN}{TP + FP + TN + FN} \quad (1)$$

- *Sensibilidad (S, sensitivity)*: es la capacidad del sistema para clasificar la clase positiva.

$$S = \frac{TP}{TP + FN} \quad (2)$$

- *Especificidad* (E , *specificity*): es la capacidad del sistema para clasificar la clase negativa.

$$E = \frac{TN}{TN + FP} \quad (3)$$

- *Precisión* (P , *precision*): mide la proporción de muestras positivas predichas correctamente entre todas las muestras que se predicen como positivas.

$$P = \frac{TP}{TP + FP} \quad (4)$$

- *F1-score*: es la media armónica entre la precisión y la sensibilidad, la cual permite obtener una medición balanceada del desempeño del modelo.

$$F1 - score = 2 \times \frac{P \times S}{P + S} \quad (5)$$

Referencias

- [1] Hornykiewicz, O.: Biochemical aspects of parkinson's disease. *Neurology* **51**(2-suppl.2), S2–S9 (1998)
- [2] Letanneux, A., Danna, J., Velay, J.L., Viallet, F., Pinto, S.: From micrographia to parkinson's disease dysgraphia. *Movement Disorders* **29**(12), 1467–1475 (2014)
- [3] Meder, D., Herz, D.M., Rowe, J.B., Lehericy, S., Siebner, H.R.: The role of dopamine in the brain-lessons learned from parkinson's disease. *Neuroimage* **190**, 79–93 (2019)