



UNIVERSIDAD DE BURGOS
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
Grado en Ingeniería Informática



TFG del Grado en Ingeniería
Informática

Identificación de
Parkinson por visión
artificial



Presentado por Catalin Andrei Cacuci
en Universidad de Burgos — 4 de marzo
de 2023

Tutor: Álgar Arnaiz González



UNIVERSIDAD DE BURGOS
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
Grado en Ingeniería Informática



Dña. Alicia Olivares Gil y D. Álgvar Arnaiz González, profesores del departamento de Ingeniería Informática, área de Lenguajes y Sistemas Informáticos.

Expone:

Que el alumno D. Catalin Andrei Cacuci, con DNI X7451927L, ha realizado el Trabajo final de Grado en Ingeniería Informática titulado Identificación de Parkinson por visión artificial.

Y que dicho trabajo ha sido realizado por el alumno bajo la dirección del que suscribe, en virtud de lo cual se autoriza su presentación y defensa.

En Burgos, a 4 de marzo de 2023

Vº. Bº. del Tutor:

Vº. Bº. del co-tutor:

Dña. Alicia Olivares Gil

D. Álgvar Arnaiz González

Resumen

En este primer apartado se hace una **breve** presentación del tema que se aborda en el proyecto.

Descriptores

Palabras separadas por comas que identifiquen el contenido del proyecto Ej: servidor web, buscador de vuelos, android . . .

Abstract

A **brief** presentation of the topic addressed in the project.

Keywords

keywords separated by commas.

Índice general

Índice general	III
Índice de figuras	IV
Índice de tablas	V
Introducción	1
Objetivos del proyecto	3
Conceptos teóricos	5
Técnicas y herraminetas	7
4.1. Herramientas de desarrollo	7
Aspectos relevantes del desarrollo del proyecto	11
Trabajos relacionados	13
6.1. A computer vision framework for finger-tapping evaluation .	13
6.2. The discerning eye of computer vision	14
6.3. Supervised classification of bradykinesia	15
Conclusiones y Líneas de trabajo futuras	17
Bibliografía	19

Índice de figuras

Índice de tablas

Introducción

Objetivos del proyecto

Conceptos teóricos

Técnicas y herraminetas

4.1. Herramientas de desarrollo

Windows Subsystem for Linux

Windows Subsystem for Linux (WSL) es una utilidad creada principalmente por Microsoft y Canonical (Mantenedores de Ubuntu) que permite utilizar un sistema operativo Linux desde Windows sin grandes pérdidas de rendimiento. Existen varias opciones de distribución que se pueden utilizar (Kali Linux, OpenSUSE, etc.), pero la más utilizada y mejor mantenida para WSL es Ubuntu, por lo que es la que se ha utilizado.

La mayor parte del desarrollo ha sido realizada desde WSL, donde se ha instalado tanto \LaTeX como Python 3.9 y algunas dependencias, proceso mucho más simple de realizar en Linux que en Windows.

Visual Studio Code

Visual Studio Code (VS Code) es un popular editor de texto altamente extensible orientado al desarrollo creado por Microsoft. Gracias a su gran extensibilidad es posible utilizarlo cómodamente en casi cualquier escenario. Mediante una de estas extensiones (denominada literalmente WSL) se puede conectar con WSL y utilizar los programas que tiene instalados como si hubiese sido ejecutado directamente desde un sistema operativo Linux.

En este caso se ha utilizado VS Code para:

- Crear tanto esta memoria como los anexos mediante la extensión [\$\text{\LaTeX}\$ Workshop](#) que integra distintos compiladores de \LaTeX (pdfTeX,

XeTeX, LuaTeX, etc.) dentro del programa y añada otras funcionalidades que hacen la edición de código \LaTeX mucho más conveniente.

- Crear la aplicación web, que utiliza el framework de JavaScript SvelteKit, mediante multitud de extensiones para integrar la multitud de librerías utilizadas (Svelte, TypeScript, Prettier, etc.).
- Editar archivos de configuración utilizados para la creación de los contenedores de Docker que componen la totalidad de la aplicación web (web, API y proxy inverso).

PyCharm

PyCharm es un Entorno de Desarrollo Integrado (IDE, por sus siglas en inglés) creado y mantenido por JetBrains, una compañía que se dedica a crear software y cuyos productos más representativos son multitud de IDEs para diferentes lenguajes de programación (IntelliJ(Java), CLion(C y C++), GoLand(Go), etc.).

El objetivo de PyCharm es facilitar el desarrollo de aplicaciones que utilicen Python y da soporte amplio tanto para los habituales ficheros `.py` como para `.ipynb` (Notebooks de Jupyter), que han sido utilizados extensamente en el proyecto.

Además, PyCharm por defecto permite la integración con entornos WSL de forma muy fácil, simplemente se le debe indicar la localización del ejecutable de Python en el sistema de archivos de la distribución de WSL.

En este proyecto PyCharm se ha utilizado para:

1. Desarrollar la librería PADDEL, que contiene el código de Python común a los Notebooks de Jupyter utilizados durante la fase de investigación y a la aplicación web.
2. Desarrollar la API que utiliza la aplicación web.

Git

Actualmente Git es el sistema de control de versiones más extendido, en este proyecto se ha usado para gestionar y guardar de forma segura los cambios que se han ido realizando con el tiempo en la plataforma GitHub.

Aunque existen varias herramientas con interfaces gráficas que envuelven el funcionamiento de Git (GitKraken, GitHub Desktop, etc.) para este

proyecto se ha utilizado directamente el comando `git` desde una terminal de WSL.

Aspectos relevantes del desarrollo del proyecto

Trabajos relacionados

Durante la última década se ha intentado utilizar la visión por computador para evaluar la Enfermedad de Parkinson en múltiples ocasiones con diferentes resultados.

Este capítulo recopila de forma resumida algunos de los trabajos más relevantes.

6.1. A computer vision framework for finger-tapping evaluation

Este artículo [1] documenta el uso de visión por computador para determinar el nivel de severidad de la Enfermedad de Parkinson y distinguir entre individuos con esta enfermedad e individuos sin ella.

El método empleado se caracteriza por utilizar vídeos con la cara de la persona y ambas manos a los lados de la cabeza, apuntando las puntas de los dedos hacia la misma. Esto se utiliza para poder normalizar las distancias en base a características faciales.

El estudio se realizó sobre 13 pacientes con la Enfermedad de Parkinson, tomando 17 vídeos de cada paciente durante un día, además de un grupo de control de 6 individuos, tomando 2 vídeos al día durante una semana por cada uno. Aunque algunos de estos vídeos fueron descartados. En total se utilizaron 471 vídeos.

Metodología

1. Se detecta la cara del individuo para la normalización. Esto se basa en que la longitud de la mano de una persona adulta es aproximadamente igual a la altura de su cara.
2. Se obtiene una serie temporal que representa la amplitud del movimiento de los dedos índice y pulgar de la mano dominante del individuo.
3. Se extraen un total de 15 características de esta serie temporal, por ejemplo:
 - Correlación cruzada media entre los máximos locales de dos intervalos distintos de tiempo de la serie temporal. Esto mismo se realiza también sobre los mínimos locales.
 - Número total de toques de dedos durante la grabación.
 - Velocidad media de la apertura de dedos.
 - Velocidad media del cierre de dedos.
 - ...
4. Se realiza una selección de características eliminando aquellas redundantes y usando el algoritmo chi-cuadrado.
5. Se entrena una máquina de vectores de soporte (SVM) mediante las características obtenidas para realizar la clasificación.

Resultados En cuanto a la distinción entre pacientes de la Enfermedad de Parkinson y el grupo de control se obtuvo una precisión del 95 %, que es una cifra que se debería tomar con precaución debido que, aunque se han utilizado 471 vídeos, estos provienen de únicamente 19 personas.

6.2. The discerning eye of computer vision

En este estudio [3] realizado sobre 39 pacientes con la Enfermedad de Parkinson y sobre un grupo de control de 30 individuos se tomaron vídeos de ambas manos de cada individuo mientras realizan toques de los dedos índice y pulgar (de forma similar a cómo se han tomado las muestras para este trabajo). Dando un total de 133 vídeos (se descartó uno).

De estos vídeos se han extraído diferentes características y comprobado la relación que existe entre éstas y diferentes escalas que clasifican el nivel de gravedad de la Enfermedad en un paciente, como la *Modified Bradykinesia Rating Scale* (MBRS) que categoriza el movimiento de los individuos en 5

niveles, del 0 al 4, siendo 0 un movimiento normal y 4 el nivel de mayor gravedad.

Metodología

1. Se utiliza una librería de visión por computador, en concreto DeepCutLab, para obtener una serie temporal de la amplitud entre las puntas de los dedos pulgar e índice.
2. Se normaliza esta serie temporal utilizando la amplitud máxima detectada, que va a convertirse en el valor 1, siendo todos los demás valores escalados proporcionalmente.
3. Se extraen las siguientes características:
 - Velocidad, calculada como la tasa media de cambio.
 - Variabilidad de la amplitud, calculada como el coeficiente de variación de la diferencia media entre máximos y mínimos de diferentes intervalos de 1 segundo de la serie temporal.
 - Regularidad del ritmo, calculada utilizando la Transformada Rápida de Fourier y, a continuación, midiendo la potencia de la frecuencia dominante más la potencia de las frecuencias en un intervalo de 0.4 Hz alrededor de ésta (un ritmo más regular concentra una mayor potencia en una única frecuencia).

Resultados Se observó una correlación bastante alta entre las características utilizadas y la categoría del individuo dentro de las escalas de medición de la Enfermedad de Parkinson utilizadas medida por un experto en el campo.

6.3. Supervised classification of bradykinesia

Este estudio [2] es muy similar al anteriormente explicado, y está realizado por un equipo compuesto por casi los mismos participantes. En este caso se utilizaron 70 vídeos, de ambas manos de 20 pacientes con la Enfermedad de Parkinson y de un grupo de control de 15 individuos.

Metodología La metodología es prácticamente igual que antes, la diferencia principal está en las características que se extraen de la serie temporal correspondiente con la amplitud, se ha obtenido:

- Frecuencia, medida como la frecuencia máxima de la Transformada Rápida de Fourier de la serie temporal.
- Amplitud, calculada como la densidad espectral, que se ha obtenido mediante la integral cuadrada del espectro de la Transformada Rápida de Fourier.

Con estas características se ha realizado clasificación binaria mediante clasificación bayesiana ingenua (naive bayes), regresión logística y máquina de vectores de soporte, tanto con función lineal como con función de base radial.

Resultados Los mejores resultados se obtuvieron con máquina de vectores de soporte con función de base radial, que coincide en un 73 % de los casos con la clasificación de expertos en el campo.

Conclusiones y Líneas de trabajo futuras

Bibliografía

- [1] Taha Khan, Dag Nyholm, Jerker Westin, and Mark Dougherty. A computer vision framework for finger-tapping evaluation in parkinson's disease. *Artificial intelligence in medicine*, 60(1):27–40, 2014.
- [2] Stefan Williams, Samuel D Relton, Hui Fang, Jane Alty, Rami Qahwaji, Christopher D Graham, and David C Wong. Supervised classification of bradykinesia in parkinson's disease from smartphone videos. *Artificial Intelligence in Medicine*, 110:101966, 2020.
- [3] Stefan Williams, Zhibin Zhao, Awais Hafeez, David C Wong, Samuel D Relton, Hui Fang, and Jane E Alty. The discerning eye of computer vision: Can it measure parkinson's finger tap bradykinesia? *Journal of the Neurological Sciences*, 416:117003, 2020.