

Integración de la espectroscopía funcional en el infrarrojo cercano con el aprendizaje automático para la identificación de subtipos de enfermedad de Parkinson

Propuesta de Tesis de Maestría en Ingeniería Electrónica
Asesores: Dr. Edgar Guevara/ Dr. Miguel Ramirez Elías
Mayo 2024

La enfermedad de Parkinson (EP) es un trastorno neurodegenerativo con síntomas motores como rigidez, temblores y bradicinesia, clasificado en subtipos temblor-dominante (TD) y acinético-rígido (AR). Mientras que la resonancia magnética y la tomografía por emisión de positrones han mejorado la comprensión de la patología de la EP, pero pueden no ser adecuadas para todos los pacientes con EP, ya sea por la dificultad de movimiento, claustrofobia o implantes cerebrales. Por otro lado, las técnicas de aprendizaje automático (*machine learning*, por sus siglas en inglés ML) aplicadas a los datos de neuroimagen han refinado aún más la diferenciación de subtipos. La Espectroscopía Funcional del Infrarrojo Cercano (fNIRS, por sus siglas en inglés), un método de imagen portátil, no invasivo y rentable, el cual ofrece perspectivas potenciales sobre la hemodinámica cerebral en la EP en ambientes más naturales que un estudio en hospital.

Objetivo: El objetivo de este estudio es integrar la fNIRS con el aprendizaje automático para la identificación precisa de los subtipos de la EP.

Metodología: Se utilizará una base de datos propia del Lab. De Imagenología Óptica, con 20 pacientes EP, incluyendo los subtipos TD y AR, así como 20 controles sanos. Dicha base cuenta con mediciones fNIRS tanto durante el estado de reposo como durante actividades motrices finas, capturando los cambios en la oxigenación, como medición indirecta de la actividad cerebral. Se aplicarán técnicas de procesamiento de señales para filtrar el ruido y los artefactos de movimiento de los datos fNIRS. A continuación, se identificarán las características relevantes de los datos fNIRS, como los cambios de concentración de oxihemoglobina y desoxihemoglobina, utilizando análisis de series temporales y análisis de dominio de frecuencia. Se emplearán métodos de selección de características como el análisis de componentes principales (PCA) y la eliminación recursiva de características (RFE) para identificar las características más informativas para la clasificación de subtipos. Posteriormente, se entrenarán y validarán varios algoritmos de ML, incluyendo Máquinas de Vectores de Soporte (SVM), Bosques aleatorios y Redes Neuronales Artificiales (ANN), para clasificar los subtipos de EP.

El rendimiento del modelo se evaluará utilizando métricas como exactitud, sensibilidad, especificidad y área bajo la curva ROC (AUC-ROC) mediante validación cruzada. Finalmente, se realizarán pruebas estadísticas para comparar el rendimiento del modelo y validar la importancia de las características identificadas.

Calendario de Actividades

- Junio-Agosto/2024: Se efectuará el pre-procesado de las señales fNIRS, incluyendo métricas de calidad de la señal y remoción de artefactos de movimiento.
- Septiembre-Diciembre/2024: Se efectuará la extracción y selección de características, comenzando con el desarrollo de los modelos de ML.
- Enero/marzo 2025: Se completará el desarrollo de dichos modelos, evaluándolos y se comparará su rendimiento.
- Abril-Julio/2025: Redacción del documento de tesis y un artículo para conferencia.

- Agosto/2025: Presentación de los exámenes previo y final de grado.

Materias optativas sugeridas:

- Reconocimiento de Patrones
- Óptica Biomédica