Título

Comparación entre modelos de Deep Learning y Few-Shot Learning para Interfaz Cerebro-Máquina basada en imágenes motoras.

Integrantes

Javier Pérez

Christian Picón

Asesores

Mario Valderrama

Fernando Lozano

Contexto

Una Interfaz Cerebro-Máquina (Brain-Computer Interface, BCI) es un sistema que traduce los patrones de la actividad cerebral de un usuario en comandos que se pueden emplear para controlar dispositivos o aplicaciones [1].

De forma no invasiva, se registra la actividad cerebral con electroencefalografía (EEG).

Una BCI basada en imágenes motoras (motor imagery, MI) utiliza la actividad inducida en la corteza motora que un usuario realiza mediante la imaginación del movimiento motor sin producir ningún movimiento de las extremidades ni recibir estímulo externo alguno [2]. Por ejemplo, movimientos de las manos izquierda y derecha.

Para diseñar e implementar un sistema BCI se tienen dos etapas. La etapa de entrenamiento, en la que se enfoca esta investigación buscando hacer esta etapa más corta, corresponde a la calibración del sistema [1]. La segunda etapa es la fase operacional donde el sistema puede reconocer los patrones de la actividad cerebral para traducirlos en comandos para la computadora.

En la etapa de entrenamiento, se han aplicado varias técnicas de Machine Learning (ML) que han permitido obtener algoritmos de clasificación más robustos, en este caso, entre las distintas clases de MI.

Categorías de clasificadores: clasificadores adaptativos, clasificadores de matrices y tensores, clasificadores basados en aprendizaje por transferencia y aprendizaje profundo (Deep Learning), y otros clasificadores misceláneos [1].

Problema: conjuntos de datos para entrenar clasificadores más complejos que requieran muchos datos.

Posibles soluciones:

Usar/Diseñar conjuntos de datos más grandes.

Few-Shot Learning: entrenar el modelo con pocos datos.

Deep Learning con nuevas estrategias de entrenamiento, por ejemplo, aumento de datos.

Objetivos del proyecto

Comparar la implementación de algoritmos de Deep Learning en un conjunto de datos considerablemente más grande que los utilizados hasta la fecha y, segundo, utilizar métodos de Few-Shot Learning para igualar la precisión obtenida en el primer enfoque, pero utilizando una menor cantidad de datos en el entrenamiento.

Evaluar los modelos tanto de Deep Learning como de Few-Shot Learning (o una combinación de los dos métodos) en datos obtenidos experimentalmente. Estos datos serán recolectados con las mismas especificaciones mencionadas en la metodología siguiendo los paradigmas utilizados en los modelos.

Conjunto de datos

Nombre: A large electroencephalographic motor imagery dataset for electroencephalographic brain computer interfaces.

Autores: Kaya et al. 2018 (Mersin, Turquía)

Descripción: Imágenes motoras de EEG para BCI con registros que suman 60 horas.

Participantes: 13 individuos, 8 hombres y 5 mujeres entre 20 y 35 años.

Número de sesiones: 75 sesiones, cada una tuvo una duración de 55 minutos divididas en 3 subsesiones de 15 minutos y tiempo de descanso.

En total, se registraron alrededor de 60,000 ejemplos de imágenes motoras.

Los 60,000 ejemplos de imágenes motoras se clasifican según 5 paradigmas de interacción: CLA, HaLT, 5F, FreeForm y NoMT.

CLA: paradigma clásico que incluye los movimientos de las manos izquierda y derecha, y una imagen mental pasiva donde los participantes no realizan ninguna imagen motora.

HaLT: extensión de CLA en el que se incluyen las imágenes de los pies izquierdo y derecho, y el movimiento de la lengua.

5F: contiene imágenes motoras de los cinco dedos de la mano.

FreeForm: los participantes realizaban movimientos voluntarios guiados por la información en pantalla.

NoMT: los participantes no realizaban imágenes motoras, sino que observaban pasivamente la pantalla de instrucciones.

FreeForm y NoMT contienen pocos ejemplos porque no fueron estudiados detalladamente por los desarrolladores del conjunto de datos. El desempeño de un clasificador en 5F fue evaluado, pero no se obtuvieron resultados satisfactorios porque los participantes no realizaron correctamente las imágenes motoras.

En el proyecto, trabajaremos con las imágenes motoras según los paradigmas CLA y HaLT.

Referencias

[1] F. Lotte, L. Bougrain, A. Cichocki, M. Clerc, M. Congedo, A. Rakotomamonjy, and F. Yger, “A review of classification algorithms for EEGbased brain-computer interfaces: a 10 year update.,” Journal of neural engineering, vol. 15, no. 3, p. 031005, 2018.

[2] H. Cho, M. Ahn, M. Kwon, and S. C. Jun, “A step-by-step tutorial for a motor imagery–based BCI,” in Brain–Computer Interfaces Handbook, pp. 445–460, CRC Press, Jan. 2018.