Machine Learning para la estimación de la edad cerebral en adultos jóvenes

Autores: Zacarias Adriel Torres Ostapchuk [1 2 5]· Cecilia Gisele Jarne [1 3 4 5]

[1] Departamento de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de Quilmes. [2] CIC. [3] CONICET. [4] Center of Functionally Integrative Neuroscience (CFIN), Aarhus University. [5] Laboratorio de Matemática Aplicada y Sistemas Complejos

Introducción

La edad cerebral es una estimación de la edad biológica del cerebro obtenida a partir de datos de neuroimágenes. La diferencia entre la edad predicha y la edad cronológica, conocida como Brain Age Gap (BAG), puede reflejar desviaciones del envejecimiento saludable. En adultos jóvenes, estas diferencias son sutiles, lo que plantea un desafío para su estimación.

Desarrollo

Se analizaron datos de rs-fMRI del HCP S1200 de 1.003 adultos de 22–37 años. Las señales BOLD de 50 redes cerebrales obtenidas mediante ICA se representaron mediante FC, ALFF, fALFF y subbandas de baja frecuencia, y se evaluaron modelos Ridge y ElasticNet mediante validación cruzada anidada, preservando la estructura familiar.

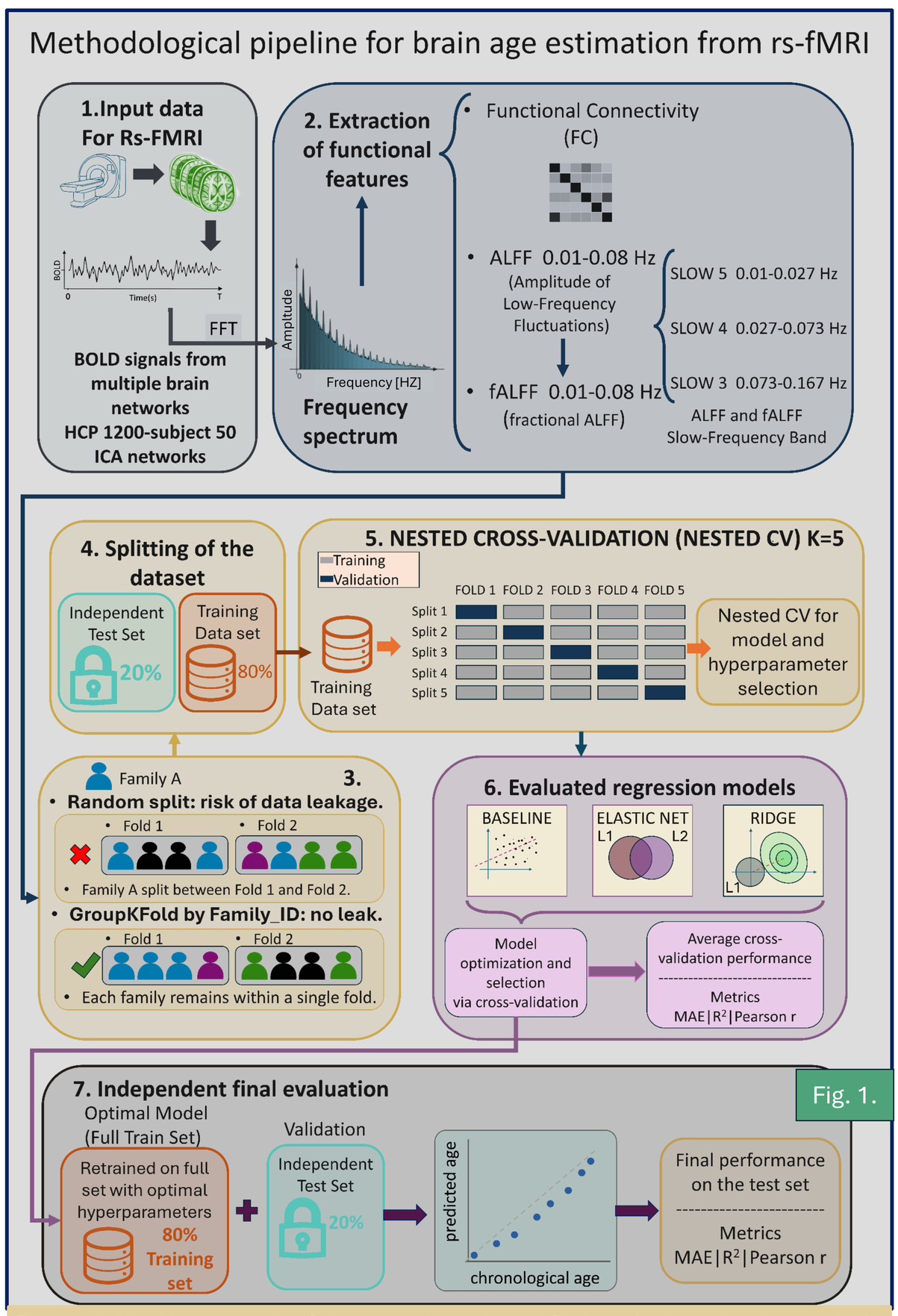


Fig. 1.

Figura 1. Pipeline metodológico para la estimación de edad cerebral a partir de rs-fMRI, desde la extracción de características funcionales hasta la evaluación final de los modelos, preservando la estructura familiar durante la validación.

Resultados

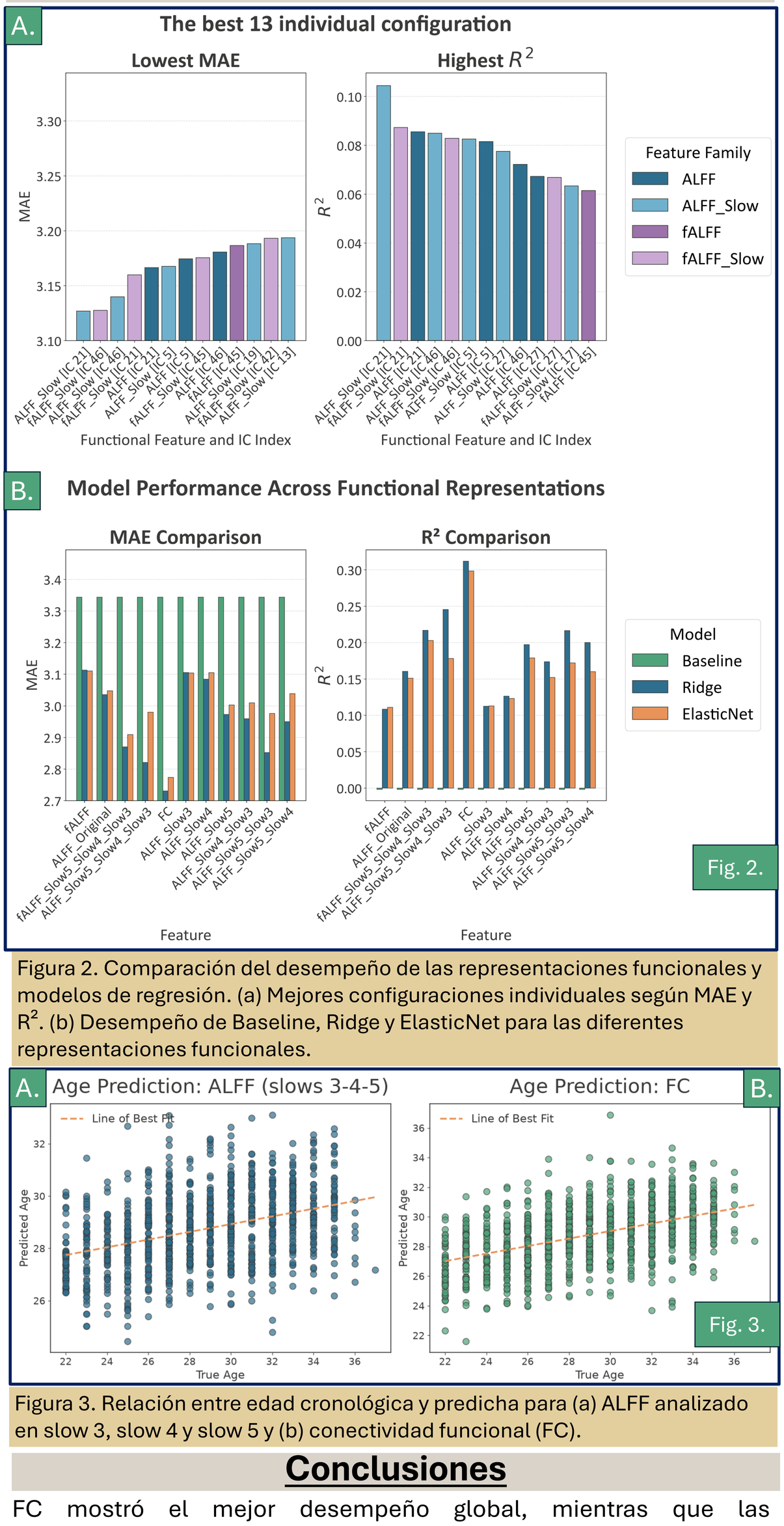


Fig. 2.

Figura 2. Comparación del desempeño de las representaciones funcionales y modelos de regresión. (a) Mejores configuraciones individuales según MAE y R^2. (b) Desempeño de Baseline, Ridge y ElasticNet para las diferentes representaciones funcionales.

Fig. 3.

Figura 3. Relación entre edad cronológica y predicha para (a) ALFF analizado en slow 3, slow 4 y slow 5 y (b) conectividad funcional (FC).

Conclusiones

FC mostró el mejor desempeño global, mientras que las representaciones espectrales con múltiples subbandas de baja frecuencia superaron a ALFF original. Ridge superó consistentemente a ElasticNet, sugiriendo que la información relacionada con la edad se distribuye entre múltiples características funcionales. En conjunto, los resultados destacan el valor de la información contenida en la señal del espectro de rs-fMRI y de la conectividad funcional para la estimación de Brain Age en adultos jóvenes.

Agradecimientos

Este trabajo se llevó a cabo en el marco de una beca de entrenamiento de la CIC y es financiado por el proyecto de la Universidad Nacional de Quilmes número 1520/25.

Contacto: zacarias.torres@unq.edu.ar
Torres Ostapchuk, Zacarias Adriel

Bibliografía

[1] WU-Minn HCP Consortium, *1200 Subjects Data Release*, 2017.

[2] Q.-H. Zou, C. Zhu, Y. Yang, X. Z. Zuo, X. Long, Q. Cao, et al., "An improved approach to detection of amplitude of low-frequency fluctuation (ALFF) for resting-state fMRI," *Journal of Neuroscience Methods*, vol. 172, no. 1, pp. 137–141, 2008.

[3] J. Wrigglesworth, N. Yaacob, P. Ward, R. L. Woods, J. McNeil, E. Storey, et al., "Brain-predicted age difference is associated with cognitive processing in later-life," Neurobiology of Aging, vol. 109, pp. 195–203, 2022.