

DESARROLLO DE UN MODELO DE CLASIFICACIÓN PARA MALFORMACIONES CRANEALES UTILIZANDO NUBES DE PUNTOS 3D GENERADAS A PARTIR DE ESCANEOS FOTOGRAMÉTRICOS.

Autor: Adrián Simarro González

Tutor: José Luis Lerma

INTRODUCCIÓN

Las malformaciones craneales, como la braquicefalia, dolicocefalia y plagiocefalia, son deformidades del cráneo que pueden afectar tanto la apariencia física como el desarrollo cognitivo. Este proyecto propone el uso de nubes de puntos 3D obtenidas a partir de escaneos fotogramétricos para clasificar estas malformaciones. Se desarrolló un modelo basado en aprendizaje profundo con el objetivo de facilitar un diagnóstico más preciso y menos invasivo en el entorno clínico.

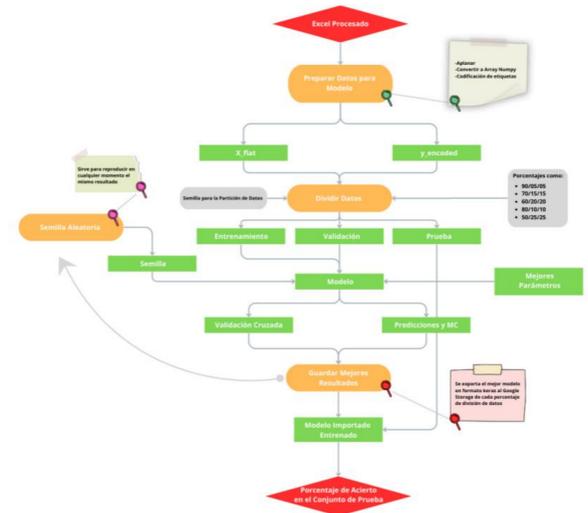
OBJETIVO

El objetivo principal es desarrollar un modelo de red neuronal para clasificar malformaciones craneales a partir de nubes de puntos 3D, integrando técnicas de aprendizaje profundo.

METODOLOGÍA

Preprocesamiento de datos: Se utilizaron técnicas avanzadas de procesamiento de mallas y análisis de concavidad. Los datos se segmentaron utilizando el algoritmo de K-Means para agrupar las regiones craneales en función de características geométricas.

Entrenamiento: Se entrenaron modelos de redes neuronales secuenciales utilizando Keras, variando los hiperparámetros como el número de neuronas y la tasa de aprendizaje. Se evaluaron los modelos utilizando Google Cloud, optimizando los tiempos de procesamiento.

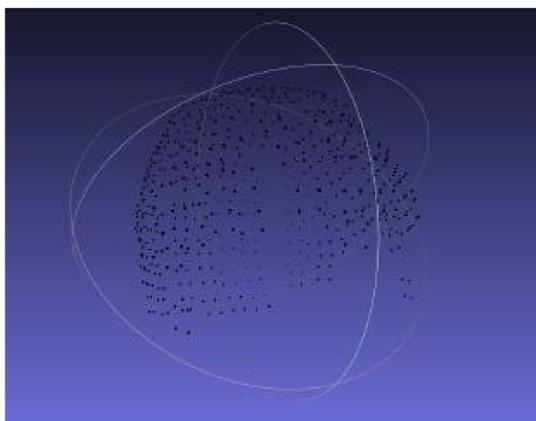


Organigrama de validación y evaluación

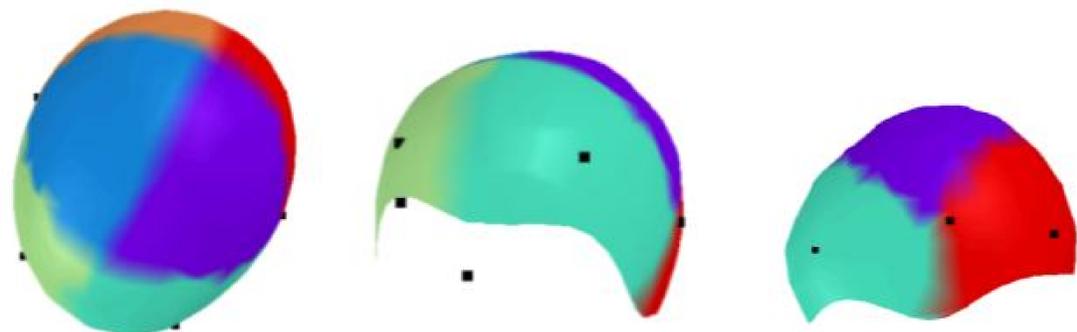
Validación: Los modelos se validaron con un conjunto de pruebas que permitió medir su precisión y evitar el sobreajuste.

Matriz de confusión porcentaje (%):

	0	1	2	3	4	5
0	89.19	0.86	0.37	0.74	4.18	4.67
1	1.11	90.80	0.33	1.77	2.99	2.44
2	0.74	0.50	85.64	0.25	9.65	0.74
3	0.80	2.01	0.00	87.53	2.14	5.50
4	1.40	1.68	1.87	1.87	90.66	0.65
5	2.91	2.10	0.30	1.70	3.71	86.77



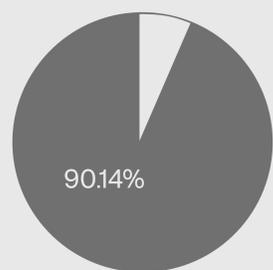
Nube de puntos



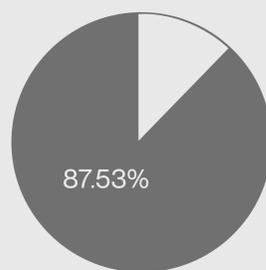
Clusterización K-Means 6 semillas

RESULTADOS

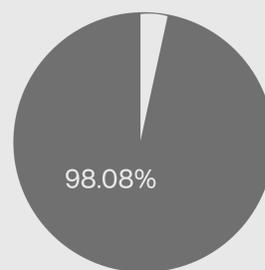
El mejor modelo presentó una precisión media del **90.14%**, logrando una alta tasa de exactitud en la clasificación de las malformaciones craneales. Este modelo se destacó especialmente en la clasificación de condiciones como la plagiocefalia, con una precisión superior al **87.53%**. Se generaron matrices de confusión para evaluar la distribución de errores y se determinó que las clases con características geométricas similares presentaron una mayor tasa de confusión.



Precisión media del modelo



Variables



Precisión del conjunto de pruebas

CONCLUSIONES

El modelo desarrollado demostró ser altamente eficaz en la clasificación de malformaciones craneales con una precisión de **98,08%** en el conjunto de pruebas con datos nunca vistos por el modelo. El modelo no solo es capaz de clasificar correctamente si no que su implementación eficaz en un entorno clínico podría revolucionar el diagnóstico de estas malformaciones, proporcionando una herramienta no invasiva y precisa para los profesionales de la salud y contribuyendo significativamente al campo del aprendizaje profundo aplicado a medicina.

REFERENCIAS

- [1] Foster, J., Ahluwalia, R., Sherburn, M., Kelly, K., Sellyn, G. E., Kiely, C., ... & Bonfield, C. M. (2020). Pediatric cranial deformations: Demographic associations. *Journal of Neurosurgery: Pediatrics*, 26(4),415-420.
- [2] Struck, R., Cordoni, S., Aliotta, S., Pérez-Pachón, L., & Gröning, F. (2019). Application of photogrammetry in biomedical science. *Biomedical Visualisation: Volume 1*, 121-130.
- [3] Mas, M. J. (2021). Plagiocefalia, deformidad de la cabeza. *Neuronas en crecimiento*.
- [4] Quispe-Enriquez, O. C., Valero-Lanzuela, J. J., & Lerma, J. L. (2023). Craniofacial 3D Morphometric Analysis with Smartphone-Based Photogrammetry. *Sensors*, 24(1), 230.