

AVANCES DEL SOFTWARE SICED EN LA ESTIMACIÓN DE LA EDAD

Autores-as: Ana Milena, Doria-Martínez: INMLCF ana.doria@medicinalegal.gov.co
Ruby, Vásquez Escobar: Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses
Ricardo, Ortiz Ruiz: Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses.
Liliana, Támara-Patiño: Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses

Palabras claves: Inteligencia Artificial, Odontología Forense, Edad Dental y Radiografías Panorámicas

Introducción

Durante 2023 y 2024 se desarrolló en convenio entre el Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses con el número de proyecto PPY-2022-005 y la Universidad de Antioquia- código SIU 2022-5726 el software Siced "Sistema Colombiano de Determinación de la Edad", con un dataset de 2830 imágenes digitalizadas de radiografías panorámicas de pacientes anonimizados entre 3 y 24.9 años, su interfaz se basa en las últimas técnicas de visión artificial, específicamente en un modelo Deep-Learning a través de la segmentación y clasificación de la dentición temporal o permanente usando YOLOv8.

Este sistema es una base de datos de imágenes de referencia para la estimación de edad que requiere procesos posteriores para su catalogación y uso; su utilidad y desarrollo es fundamental ya que a nivel mundial se ha evidenciado una gran brecha en la disponibilidad de bases de datos de interés forense¹, es necesario disponer de bases de datos con fines de investigación científica que permitan la reproducibilidad y la comparación de resultados, además de aprovechar su uso con propósitos de educación, entrenamiento o perfeccionamiento en el uso de técnicas y evaluación de herramientas digitales², lo anterior basado en una implementación responsable con el uso consciente y ético de la Inteligencia Artificial, respetando la privacidad de los datos de los pacientes³.

Con relación a las colecciones osteológicas a nivel mundial, La Sociedad Europea de Antropología Forense desarrolló una herramienta digital FASE MAP, de libre acceso, con revisión y actualización permanente, que muestra información de 153 colecciones osteológicas ubicadas en 41 países, en Colombia referencia la colección ósea del Laboratorio de Osteología Antropológica y Forense de la Universidad de Antioquia⁴. Aunque el Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses tiene una colección ósea de referencia para investigación científica que da cuenta de la variabilidad biológica de la población actual con estándares osteomorfológicos⁵, aún no se encuentra referenciada en herramientas como la antes mencionada.

Investigación

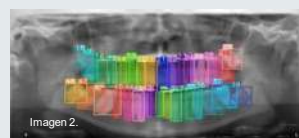
Equipo de Investigación

- Liliana Marcela Támara-Patiño: Investigadora Principal. Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses.
- Tania Camila Niño-Sandoval: Investigadora Independiente. Proyecto Siced.
- David Stephen Fernández Mc Cann: Profesor de Ingeniería Electrónica-Universidad de Antioquia.
- Elizabeth Llano Sánchez: Profesora Asociada a la Facultad de Odontología de la Universidad de Antioquia.
- Isabella Bermón Rojas: Estudiante de Maestría- Universidad de Antioquia.
- Laura Cristina Vargas Álvarez: Estudiante de Odontología Universidad de Antioquia.
- Ruby Amparo Vásquez Escobar: Odontóloga Forense. Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses.
- Ricardo Ortiz Ruiz: Odontólogo Forense. Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses.
- Ana Milena Doria-Martínez: Odontóloga Forense. Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses.

Metodología

El desarrollo de la base de datos de imágenes para estimación de edad se hizo en varias fases:

- 1 Etiquetado de los dientes temporales y permanentes utilizando el programa Roboflow. Ver Imagen 1.
- 2 Clasificación de los dientes con la arquitectura YOLOv8. Ver Imagen 2.
- 3 Entrenamiento del modelo con un dataset de 2830 radiografías panorámicas. Ver imagen 3.
- 4 Validación del software en 3 grupos con diferente nivel educativo de odontología: estudiantes, odontólogos generales, especialistas y expertos.
- 5 Comparación entre la estimación de la edad manual utilizando el método de Demirjian y Moorrees modificación Smith con la edad automática determinada por el software y la edad real del paciente.



Conclusiones

Resultados

- El desarrollo del sistema generó diferentes productos, entre ellos una revisión sistemática de la literatura⁶, un artículo sobre la identificación de imágenes⁷, el registro de Siced_V2 y la base de datos con 2830 de radiografías panorámicas en la población entre 3 y 24.9 años.
- El modelo de red neuronal profunda para la clasificación de dientes temporales y permanentes en radiografías panorámicas alcanzó una precisión que supera el 90%, con algunas limitaciones para la predicción de la edad en el grupo etario de 15 a 24 años⁸.
- Los hallazgos indican que usar una red neuronal convolucional puede dar un rendimiento confiable tanto en la detección y clasificación de estructuras dentales, como en la predicción de la edad.

Futuro del Software

- Se requiere aunar esfuerzos institucionales nacionales e internacionales para hacer del Sistema Colombiano de Determinación de la Edad Siced, una base de datos de referencia con propósitos de investigación científica, educación y acción forense en las poblaciones altamente vulnerables que requieran la estimación de edad.
- Es necesario continuar con la inclusión de radiografías panorámicas para el grupo etario de 15 a 24 años, aumentar la cobertura geográfica e incluir poblaciones especiales con patologías o con enfoque diferencial étnico y analizar la variable sexo.
- Se debe continuar con el análisis de los resultados de precisión y rendimiento entre métodos manuales y automáticos.
- Se debe aplicar el software en el entrenamiento de estudiantes de odontología y la capacitación de expertos forenses.

Referencias Bibliográficas

1. Gonçalves P, Dolos K. Revisiting the dataset gap problem – On availability, assessment and perspective of mobile forensic corpora. Forensic Science International. 2022. (43):1-9. <https://doi.org/10.1016/j.fsdi.2022.301439>.
2. Breitinger F, Jotterand A. Sharing datasets for digital forensic: A novel taxonomy and legal concerns. Forensic Science International. 2023. (45): 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.fsdi.2023.301562>.
3. Duggal I, Tripathi T. Ethical principles in dental healthcare: Relevance in the current technological era of artificial intelligence. J Oral Biol Craniofac Res. 2024 May-Jun;14(3):317-321. doi: 10.1016/j.jobcr.2024.04.003
4. Petaros A, Caplova Z. The Forensic Anthropology Society of Europe (FASE) Map of Identified Osteological Collections. Forensic Science International. 2021. (328): 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2021.110995>.
5. Lezcano, A. Restrepo N. Cuadernos de Medicina Forense. 2018; 24(1-2) 43-49
6. Niño-Sandoval TC, Doria-Martínez AM, Escobar RAV, Sánchez EL, Rojas IB, Álvarez LCV, Mc Cann DSF, Támara-Patiño LM. Efficacy of the methods of age determination using artificial intelligence in panoramic radiographs – a systematic review. Int J Legal Med. 2024 Jul;138(4):1459-1496. doi: 10.1007/s00414-024-03162-x. Epub 2024 Feb 24. PMID: 38400923. Disponible en el siguiente link: <https://doi.org/10.1007/s00414-024-03162-x>
7. Niño-Sandoval, T., Bermón, I., Fernández, D., Llano, Elizabeth., Doria, Ana., Vásquez, R., Vargas, L., Ortiz, R. and Támara, L. Dental Automatic Detection System Using Yolov8 in Panoramic Radiographs. 2024. [Manuscript submitted for publication]. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=5006491> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.5006491>
8. Dental age estimation from panoramic X-ray images using artificial intelligence in a Colombian Sample. In draft