

## **Análisis Morfométrico Facial Osteoforense Automatizado con Python**

### **1. Clonación y preparación del entorno**

En primer lugar, se clona el repositorio **OSTEOFORENSE** y se cambia el directorio de trabajo a dicha carpeta. Posteriormente, se instalan las librerías necesarias:

- **dlib**, para la detección de *landmarks* faciales,
- **opencv-python-headless**, para el procesamiento de imágenes,
- **matplotlib**, para la visualización de resultados,
- **numpy**, para los cálculos matriciales,
- **openpyxl**, para la creación y manipulación de archivos Excel.

### **2. Descarga del modelo predictivo de landmarks**

Se descarga el archivo **shape\_predictor\_68\_face\_landmarks.dat**, que contiene el modelo preentrenado para detectar 68 puntos faciales clave. Este modelo es esencial para ubicar con precisión los *landmarks* en cada imagen.

### **3. Funciones de carga y procesamiento de imágenes**

- **cargar\_imagenes**: carga todas las imágenes con extensión *jpg* o *png* del directorio y devuelve una lista con las imágenes y sus nombres.
- **obtener\_landmarks**: convierte cada imagen a escala de grises, detecta el rostro y predice los 68 puntos faciales definidos por el modelo.
- **distancia**: calcula la distancia euclidiana entre dos puntos, útil para medir entre *landmarks*.
- **dibujar\_medidas**: dibuja líneas rojas entre los pares de *landmarks* que definen cada medida y marca los puntos en color amarillo para su visualización.

### **4. Diccionario de medidas faciales**

Se define un conjunto de pares de *landmarks* que representan medidas relevantes para la antropometría forense, como altura nasal, ancho nasal, ancho de boca, distancia bizigomática, bigonial, entre otras.

### **5. Función principal procesar\_y\_medir**

Esta función realiza el análisis completo:

- Inicializa los detectores y el modelo de *landmarks* de *dlib*.
- Carga todas las imágenes del directorio.
- Crea un archivo Excel nuevo para guardar los resultados.
- Para cada imagen:
  1. Obtiene los *landmarks*.

2. Si no se detecta rostro, se omite la imagen.
  3. Calcula una escala de conversión a milímetros usando como referencia la medida **ex-ex** (distancia bi-ectocanthal = 96 mm).
  4. Calcula las distancias en pixeles y las convierte a milímetros.
  5. Dibuja las líneas y puntos sobre la imagen para visualizar las medidas.
  6. Guarda una copia de la imagen procesada para insertarla en el Excel.
- Finalmente, agrega una hoja de resumen con el total de imágenes procesadas y el nombre del modelo utilizado.
- 

### Análisis de Resultados

En los resultados encontramos las mediciones obtenidas para cada una de las imágenes procesadas. En total se trabajó con **46 registros**, cada uno correspondiente a una persona o fotografía. Para cada imagen se reportan las distancias en **pixeles (px)** y su conversión a **milímetros (mm)**, lo que permite pasar de una medición relativa a una escala real. Las variables incluidas abarcan tanto medidas de altura como de ancho facial. Entre las más relevantes se encuentran:

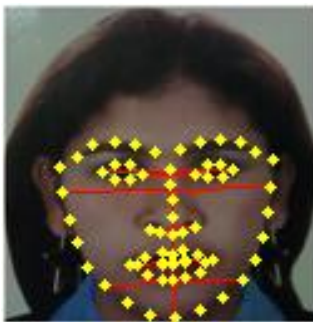
- **n\_sn**: altura nasal,
- **al\_al**: ancho alar (base de la nariz),
- **en\_en**: ancho interocular,
- **ex\_ex**: distancia bi-ectocanthal (utilizada como referencia de escala),
- **ch\_ch**: ancho de la boca,
- **zy\_zy**: distancia cigomática (ancho máximo de la cara),
- **go\_go**: distancia gonial (ancho mandibular),
- **g\_gn**: altura facial total (desde glabella hasta gnation),
- **sn\_gn**: altura subnasal-gnation.

Un análisis estadístico de las medidas en milímetros revela patrones importantes:

- **Promedios y rangos:**
  - La **altura nasal (n\_sn)** presenta un promedio cercano a **42.7 mm**, con un rango de aproximadamente **39.6 a 44.9 mm**, lo que refleja una variabilidad relativamente baja.
  - El **ancho alar (al\_al)** promedia cerca de **28.9 mm**, con un rango entre **26.7 y 31.1 mm**, indicando también estabilidad en esta zona.

- El **ancho interocular (en\_en)** muestra un promedio de **42.8 mm**, pero con un rango más amplio (**37.6 a 45.3 mm**), reflejando diferencias individuales más marcadas en la distancia entre los ojos.
- La **distancia cigomática (zy\_zy)**, que representa el ancho máximo de la cara, es la medida más amplia y variable, con un promedio alrededor de **151.7 mm** y valores que van de **143.9 a 160.9 mm**.
- La **distancia gonial (go\_go)** promedia **99.4 mm**, mostrando una variabilidad intermedia.
- La **altura facial total (g\_gn)** alcanza un promedio de **97.7 mm**, mientras que la **altura subnasal-gnation (sn\_gn)** se ubica cerca de **55.4 mm**.
- **Patrones de variabilidad:**
  - Las medidas de **ancho facial** (especialmente *zy\_zy* y *go\_go*) presentan la mayor dispersión, lo que sugiere diferencias notables en la morfología lateral del rostro.
  - Las medidas de **altura** (como *n\_sn* o *g\_gn*) son más homogéneas, reflejando menor variación en la dimensión vertical.
  - Este patrón es consistente con hallazgos en estudios de dimorfismo sexual, donde los anchos faciales tienden a mostrar mayores diferencias entre individuos.
- **Relaciones y proporciones:**
  - La comparación entre la altura facial total (*g\_gn*) y la distancia cigomática (*zy\_zy*) permite estimar la forma general del rostro (más alargado o más ancho).
  - La relación entre la altura nasal (*n\_sn*) y el ancho alar (*al\_al*) puede ser utilizada para evaluar proporciones estéticas o para estudios de identificación forense.

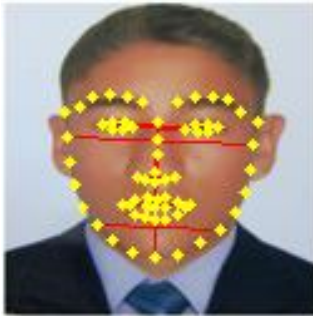
## Resultados de Prueba: Imagen y Datos



(Figura 1)

Por ejemplo, en la imagen de la Figura 1 se aprecia la detección automática de los 68 hitos faciales (landmarks) resaltados en amarillo y las líneas rojas que representan las medidas de referencia. Este resultado corresponde a la etapa en la que el algoritmo identifica los puntos anatómicos para posteriormente calcular las distancias métricas.

seguido de las medidas en milímetros para cada parámetro facial calculado. En este caso, las distancias —como la altura nasal (26,02 mm), ancho nasal (18,03 mm) o ancho bizigomático (153,25 mm)— permiten ilustrar la precisión y el nivel de detalle que el sistema proporciona para el análisis osteoforense.



(Figura 2)

En esta imagen se aprecia la localización de landmarks para un sujeto diferente, evidenciando la capacidad del sistema para adaptarse a distintas morfologías.

Corresponde al individuo con identificador cf9f623f54666fda73e68f71bedf102e8911ea6e2f9053182792cb57257341e7. Las mediciones muestran valores ligeramente distintos, como una altura nasal de 24,02 mm, ancho nasal de 15 mm y distancia bizigomática de 154,53 mm. Esta comparación resalta la utilidad del método para detectar diferencias individuales en las proporciones faciales, fundamentales para aplicaciones osteoforenses.

## **Resultado final**

El proceso automatiza por completo el análisis morfométrico facial osteoforense: detecta los puntos anatómicos clave, mide distancias relevantes, las convierte a unidades reales mediante una referencia conocida y organiza los resultados en un archivo Excel que permite un examen estadístico detallado.