IDENTIFICACIÓN FORENSE MEDIANTE TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL, ¿CIENCIA O FICCIÓN?

RUBÉN MARTOS FERNÁNDEZ
LABORATORIO DE ANTROPOLOGÍA FÍSICA
DEPARTAMENTO DE MEDICINA LEGAL, TOXICOLOGÍA Y ANTROPOLOGÍA FÍSICA

marfer@ugr.es

UNIVERSIDAD DE GRANADA

ÍNDICE

1. Introducción

2. Antropología física y forense

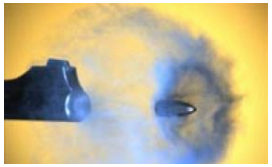
3. Superposición craneofacial

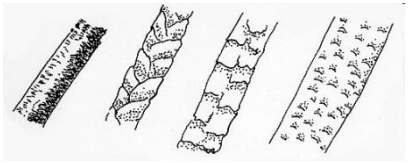
4. Modelado del problema. Visión por computador y optimización

5. Sistema de ayuda a la toma de decisiones

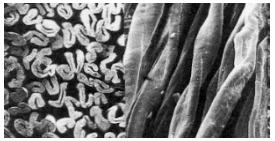
LA REALIDAD EN LAS CIENCIAS FORENSES

- Laboratorios de Analítica:
  - Química Forense:
    - General (incendios, explosivos, alimentos, …); Toxicológica (estupefacientes y drogas de diseño, …); Criminalística (Estudios de pinturas, fibras, residuos de disparo, …)

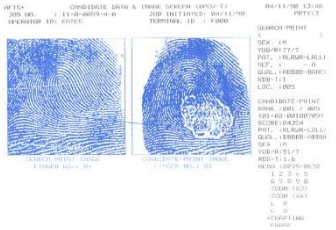




  - Biología Forense:
    - Análisis de manchas de sangre, fluidos corporales, vellos, pelos, fibras, ADN, larvas e insectos (Entomología Forense) y especies botánicas



  - Dactiloscopia:
    - Huellas latentes recogidas de la escena del crimen que son cotejadas con el programa AFIS o derivados



UNIVERSIDAD DE GRANADA

ÍNDICE

1. Introducción

2. Antropología física y forense

3. Superposición craneofacial

4. Modelado del problema. Visión por computador y optimización

5. Sistema de ayuda a la toma de decisiones

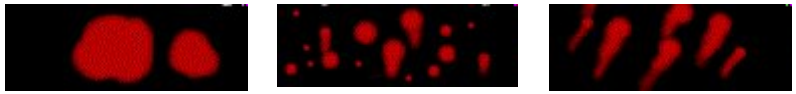
UNIVERSIDAD DE GRANADA

LA REALIDAD EN LAS CIENCIAS FORENSES

- Laboratorios de Técnica Policial:
  - Documentos cuestionados:
    - Documentoscopia (verificación de autenticidad); Grafística (identificación autoría, autenticidad de grafismos); Análisis Grafo-psicológico; Análisis de la Información y Lingüística forense; Arte; Propiedad Industrial

  - Balística Forense

  - Física e Ingeniería Forense:
    - Rastros; Análisis de la salpicadura de sangre; Accidentología (estudio de las escenas de accidentes); …



ÍNDICE

1. Introducción

2. Antropología física y forense

3. Superposición craneofacial

4. Modelado del problema. Visión por computador y optimización

5. Sistema de ayuda a la toma de decisiones

UNIVERSIDAD DE GRANADA

LA REALIDAD EN LAS CIENCIAS FORENSES

- Laboratorios de Identificación:

  - Antropología Forense:
    - Determina la edad, raza, sexo, estatura, complexión física, … a partir del esqueleto
    - Reconstruye la apariencia facial
    - Identifica a las víctimas de desastres en masa
    - Sistema biométrico de identificación facial (rasgos)

  - Odontología Forense:
    - Estudio de la dentadura humana (piezas dentales, forma, roturas, esmalte...) como elemento identificativo
    - Uso de archivos dentales médicos, rayos X e incluso fotografías

  - Sistema Automático de Identificación Dactilar - Reseñas:
    - Huellas dactilares. Identificación de dactilogramas
    - Identificación de huellas latentes.

ÍNDICE

1. Introducción

2. Antropología física y forense

3. Superposición craneofacial

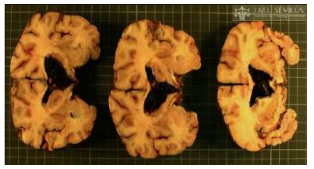
4. Modelado del problema. Visión por computador y optimización

5. Sistema de ayuda a la toma de decisiones

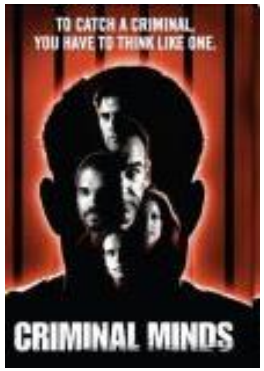
UNIVERSIDAD DE GRANADA

LA REALIDAD EN LAS CIENCIAS FORENSES

- Laboratorios de Medicina Legal:



  - Patología Forense:
    - Investigación médico-legal de muertes súbitas, antinaturales, inexplicadas o violentas
  - Psiquiatría y Psicología Forense:
    - Estudio de la mente humana: imputabilidad, ...; Condición física y mental; Psicología del testimonio
  - Perfilista:
    - Establecer rasgos psicológicos a partir del estudio de la escena del crimen (asesinos en serie, narcotráfico, …)



  - Otros:
    - Hipnosis; Polígrafo y prueba de la verdad grafológica; Suero de la verdad

ÍNDICE

1. Introducción

2. Antropología física y forense

3. Superposición craneofacial

4. Modelado del problema. Visión por computador y optimización

5. Sistema de ayuda a la toma de decisiones

UNIVERSIDAD DE GRANADA

LA REALIDAD EN LAS CIENCIAS FORENSES

- Laboratorios de Innovaciones Tecnológicas:
  - Análisis de Imágenes:
    - Fotografía Forense: filiativa; Análisis de las fotografías recogidas en la escena del crimen; Comparativa. Uso de las últimas tecnologías (infrarrojo, ultravioleta y radiografía); …
    - Fotografía y reseña digital, Grupo de Vídeo: Reportajes de vídeo en inspecciones oculares, reconstrucciones de hechos, intervenciones policiales, ... Infografía forense
  - Informática forense:
    - Software y hardware: Verificación de los datos informáticos en programas o en discos; Internet; Firma electrónica
  - Desarrollo de aplicaciones avanzadas como soporte a la identificación:
    - inspecciones técnico-policiales y colaboración en las reconstrucciones de hechos, con apoyo documental y de fotografía y vídeo

ÍNDICE

1. Introducción

2. Antropología física y forense

3. Superposición craneofacial

4. Modelado del problema. Visión por computador y optimización

5. Sistema de ayuda a la toma de decisiones

UNIVERSIDAD DE GRANADA

EQUIPO MULTIDISCIPLINAR

UNIVERSIDAD DE GRANADA

Soccer LAB

SOft Computing applications for Complex EnviRonments

DEPARTAMENTO

Medicina Legal, Toxicología y Antropología Física

Antropología Física

ÍNDICE

1. Introducción

2. Antropología física y forense

3. Superposición craneofacial

4. Modelado del problema. Visión por computador y optimización

5. Sistema de ayuda a la toma de decisiones

UNIVERSIDAD DE GRANADA

ANTROPOLOGÍA FÍSICA Y FORENSE

ÍNDICE

1. Introducción

2. Antropología física y forense

3. Superposición craneofacial

4. Modelado del problema. Visión por computador y optimización

5. Sistema de ayuda a la toma de decisiones

UNIVERSIDAD DE GRANADA

ANATOMIA VS ANTROPOLOGÍA

ANATOMÍA

ESTUDIO DEL MODELO TEÓRICO (inexistente en la realidad)

ANTROPOLOGÍA

ESTUDIO DE LA VARIACIÓN RESPECTO AL MODELO TEÓRICO

(variantes que componen la población real)

ÍNDICE

1. Introducción

2. Antropología física y forense

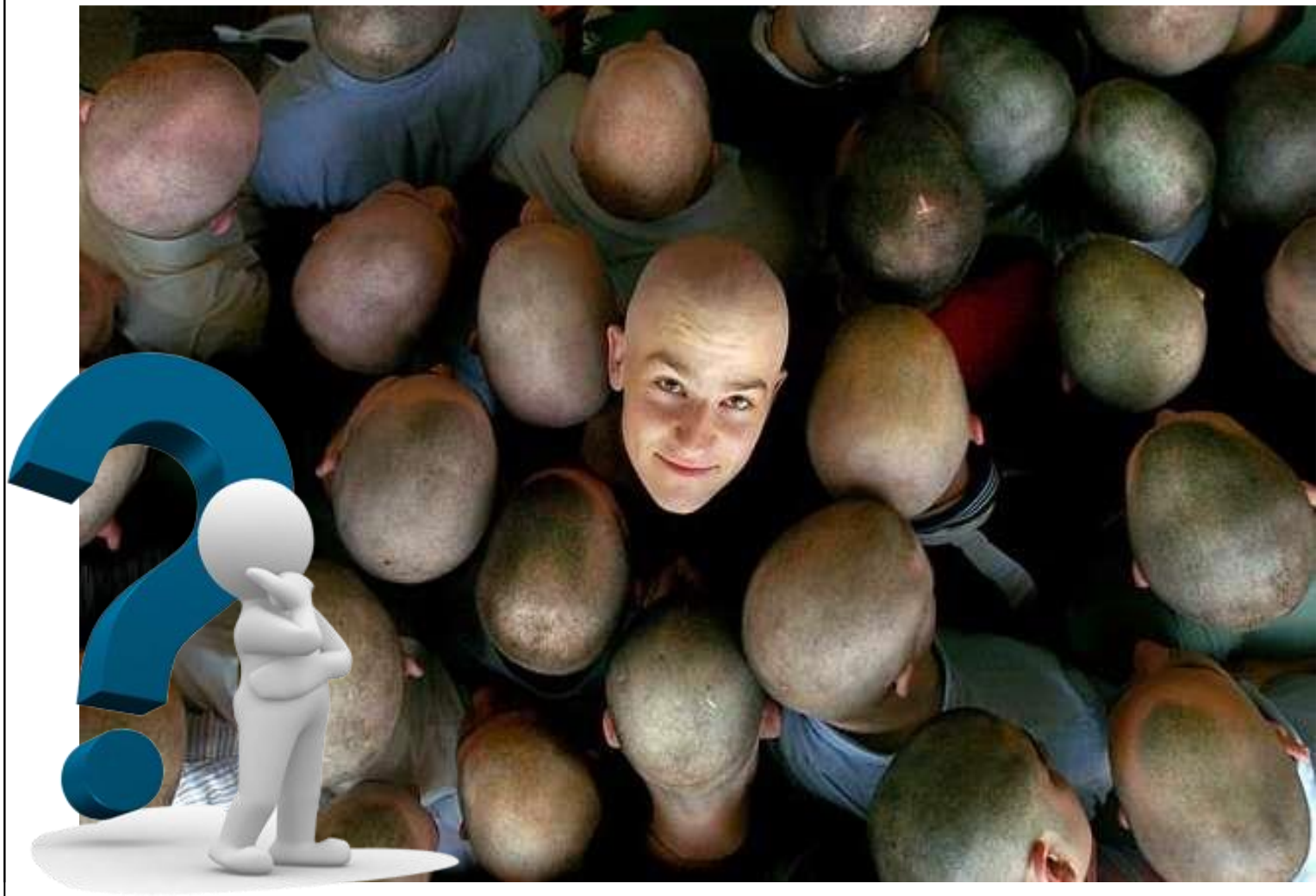
3. Superposición craneofacial

4. Modelado del problema. Visión por computador y optimización

5. Sistema de ayuda a la toma de decisiones

UNIVERSIDAD DE GRANADA

IDENTIFICAR



ÍNDICE

1. Introducción

2. Antropología física y forense

3. Superposición craneofacial

4. Modelado del problema. Visión por computador y optimización

5. Sistema de ayuda a la toma de decisiones

IDENTIFICACIÓN CIRCUNSTANCIAL

- **Documentos**
- **Joyas**
- **Ropa**
- **Chapas**

UNIVERSIDAD DE GRANADA

ÍNDICE

1. Introducción

2. Antropología física y forense

3. Superposición craneofacial

4. Modelado del problema. Visión por computador y optimización

5. Sistema de ayuda a la toma de decisiones

UNIVERSIDAD DE GRANADA

PERFIL BIOLÓGICO/ANTROPOLÓGICO

- **Sexo**
- **Edad**
- **Talla**
- **Hábitos**
- **Características físicas**

ÍNDICE

1. Introducción

2. Antropología física y forense

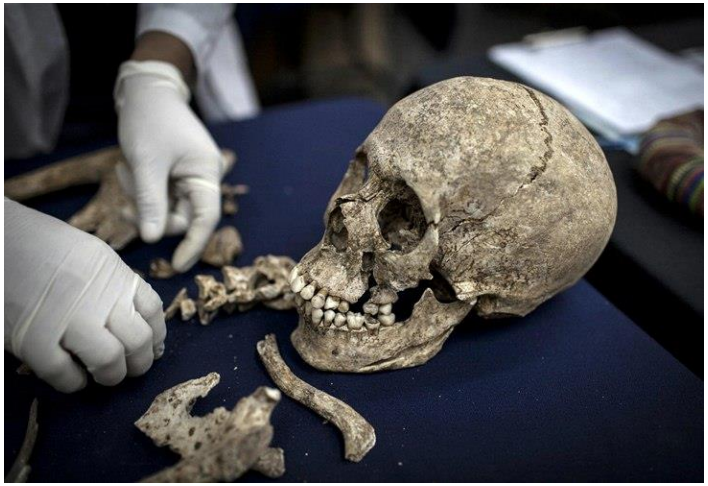
3. Superposición craneofacial

4. Modelado del problema. Visión por computador y optimización

5. Sistema de ayuda a la toma de decisiones

UNIVERSIDAD DE GRANADA

PARTIR DE LA OBSERVACIÓN



ÍNDICE

1. Introducción

2. Antropología física y forense

3. Superposición craneofacial

4. Modelado del problema. Visión por computador y optimización

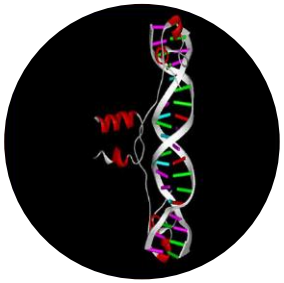
5. Sistema de ayuda a la toma de decisiones

UNIVERSIDAD DE GRANADA

MÉTODOS DE IDENTIFICACIÓN

Huellas dactilares

Odontograma



ADN

ÍNDICE

1. Introducción

2. Antropología física y forense

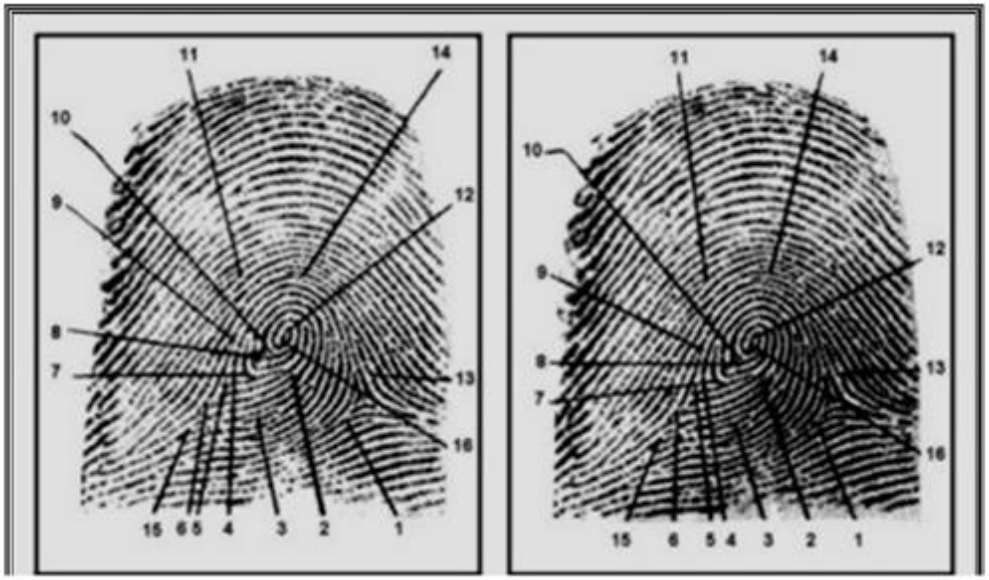
3. Superposición craneofacial

4. Modelado del problema. Visión por computador y optimización

5. Sistema de ayuda a la toma de decisiones

UNIVERSIDAD DE GRANADA

HUELLAS DACTILARES



ÍNDICE

1. Introducción

2. Antropología física y forense

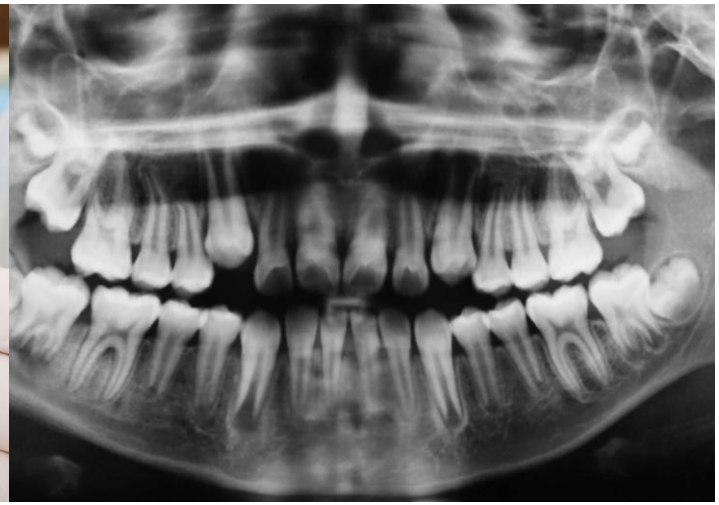
3. Superposición craneofacial

4. Modelado del problema. Visión por computador y optimización

5. Sistema de ayuda a la toma de decisiones

UNIVERSIDAD DE GRANADA

IDENTIFICACIÓN DENTAL



ÍNDICE

1. Introducción

2. Antropología física y forense

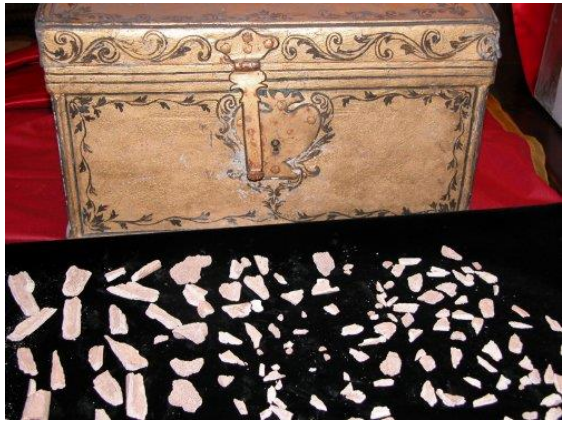
3. Superposición craneofacial

4. Modelado del problema. Visión por computador y optimización

5. Sistema de ayuda a la toma de decisiones

UNIVERSIDAD DE GRANADA

ADN



ÍNDICE

1. Introducción

2. Antropología física y forense

3. Superposición craneofacial

4. Modelado del problema. Visión por computador y optimización

5. Sistema de ayuda a la toma de decisiones

UNIVERSIDAD DE GRANADA

IDENTIFICACIÓN POR SUPERPOSICIÓN IMÁGENES

ÍNDICE

1. Introducción

2. Antropología física y forense

3. Superposición craneofacial

4. Modelado del problema. Visión por computador y optimización

5. Sistema de ayuda a la toma de decisiones

UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACTORES QUE AFECTAN A LA IDENTIFICACIÓN

ÍNDICE

1. Introducción

2. Antropología física y forense

3. Superposición craneofacial

4. Modelado del problema. Visión por computador y optimización

5. Sistema de ayuda a la toma de decisiones

UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACTORES QUE AFECTAN A LA IDENTIFICACIÓN

ÍNDICE

1. Introducción

2. Antropología física y forense

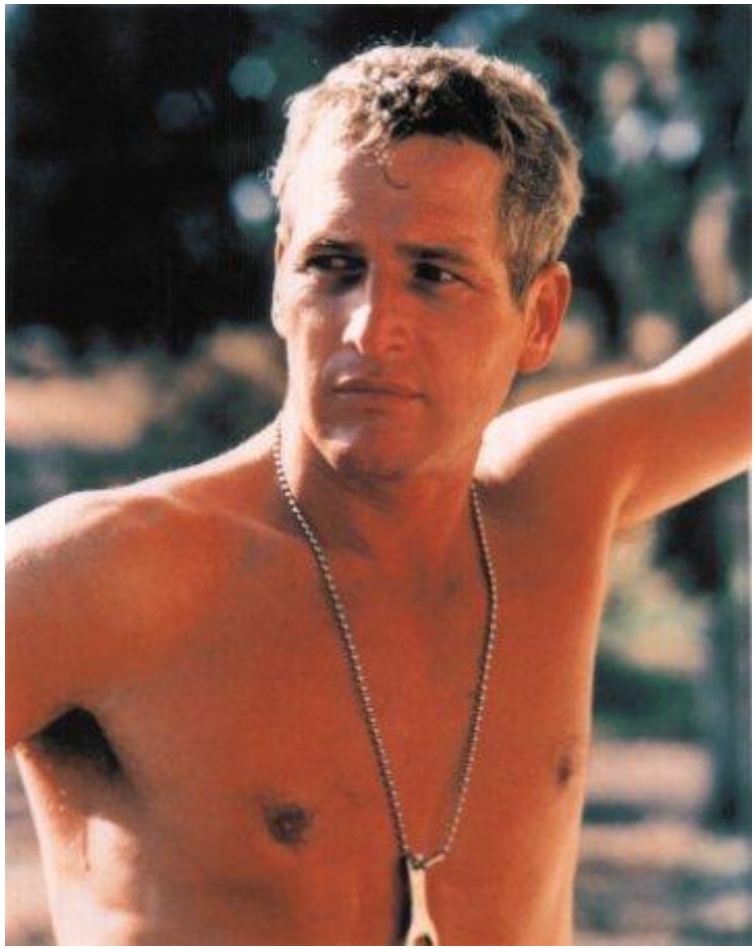
3. Superposición craneofacial

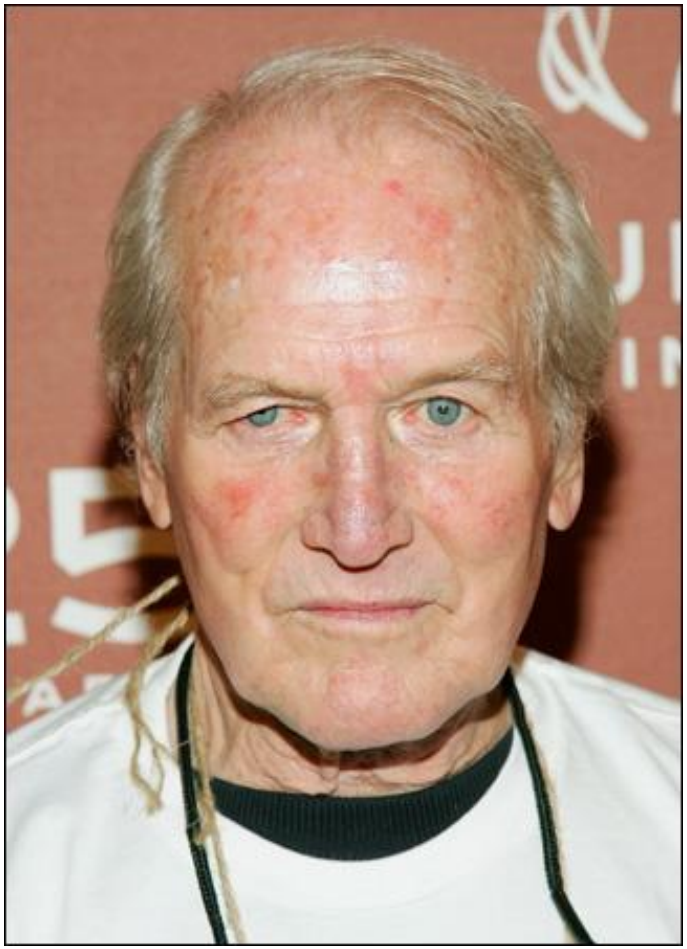
4. Modelado del problema. Visión por computador y optimización

5. Sistema de ayuda a la toma de decisiones

UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACTORES QUE AFECTAN A LA IDENTIFICACIÓN





ÍNDICE

1. Introducción

2. Antropología física y forense

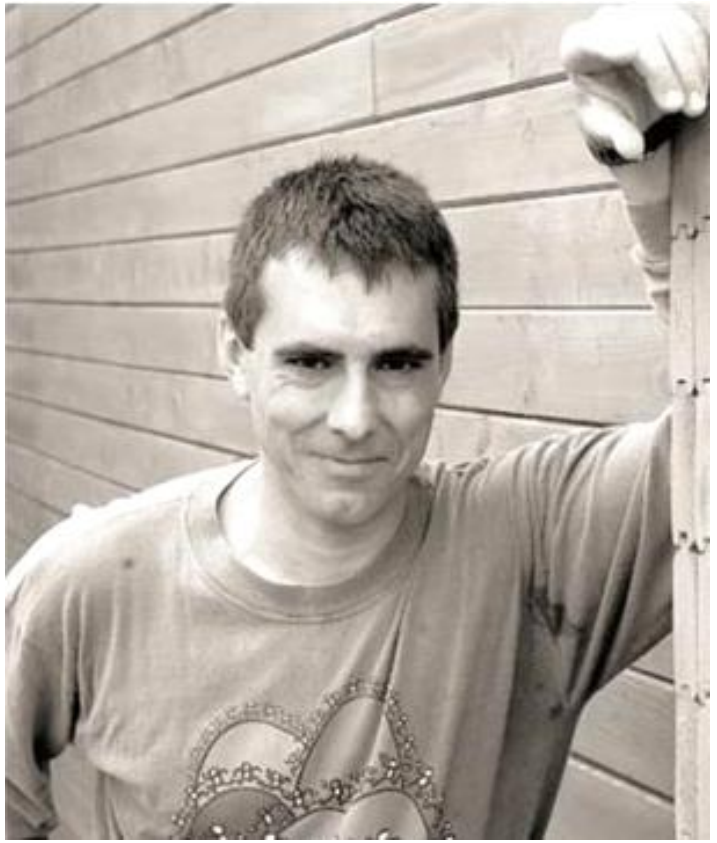
3. Superposición craneofacial

4. Modelado del problema. Visión por computador y optimización

5. Sistema de ayuda a la toma de decisiones

UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACTORES QUE AFECTAN A LA IDENTIFICACIÓN



ÍNDICE

1. Introducción

2. Antropología física y forense

3. Superposición craneofacial

4. Modelado del problema. Visión por computador y optimización

5. Sistema de ayuda a la toma de decisiones

UNIVERSIDAD DE GRANADA

CARACTERÍSTICAS IDENTIFICATIVAS

ÍNDICE

1. Introducción

2. Antropología física y forense

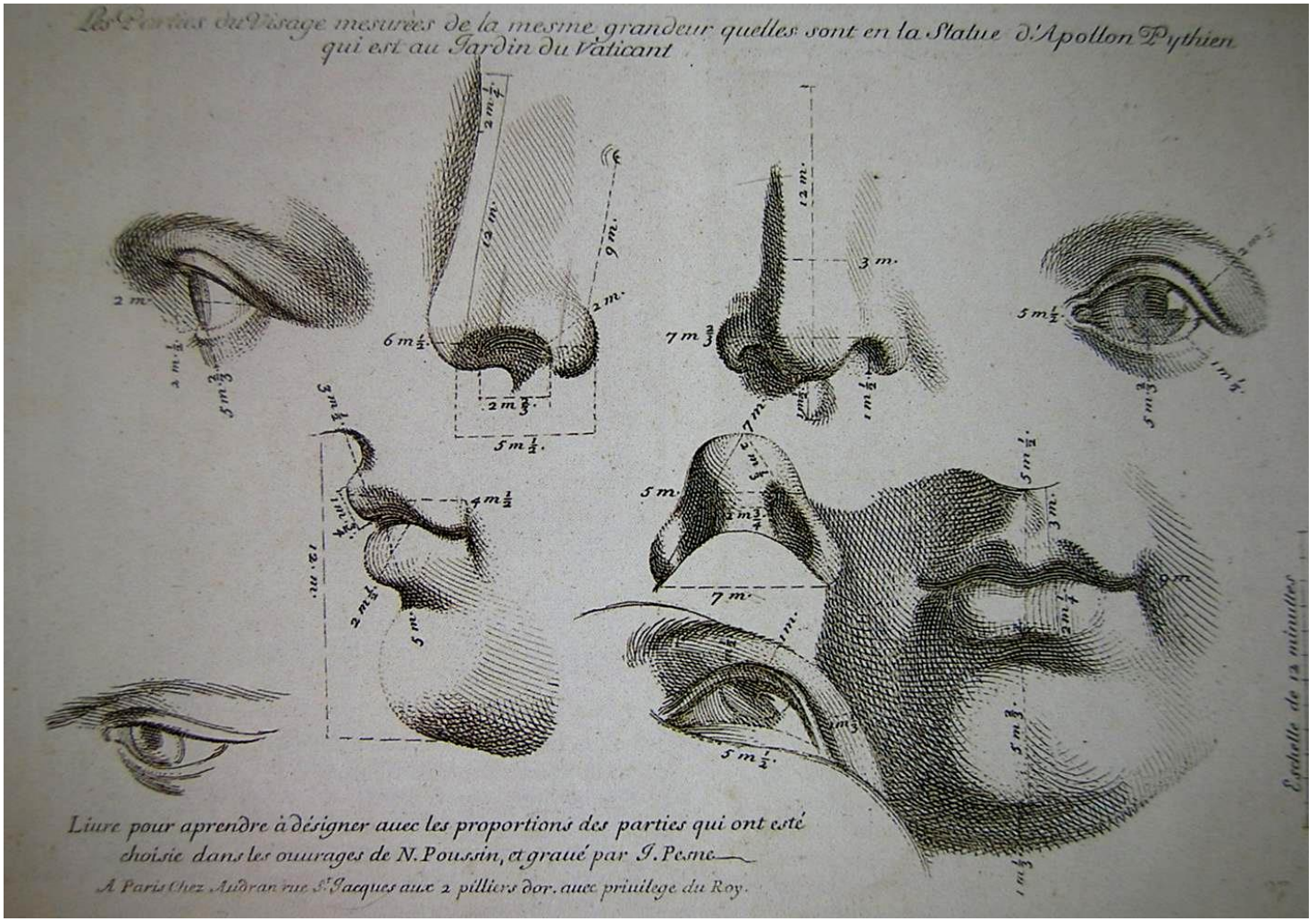
3. Superposición craneofacial

4. Modelado del problema. Visión por computador y optimización

5. Sistema de ayuda a la toma de decisiones

UNIVERSIDAD DE GRANADA

ESTUDIO DE LA MORFOLOGÍA FACIAL



ÍNDICE

1. Introducción

2. Antropología física y forense

3. Superposición craneofacial

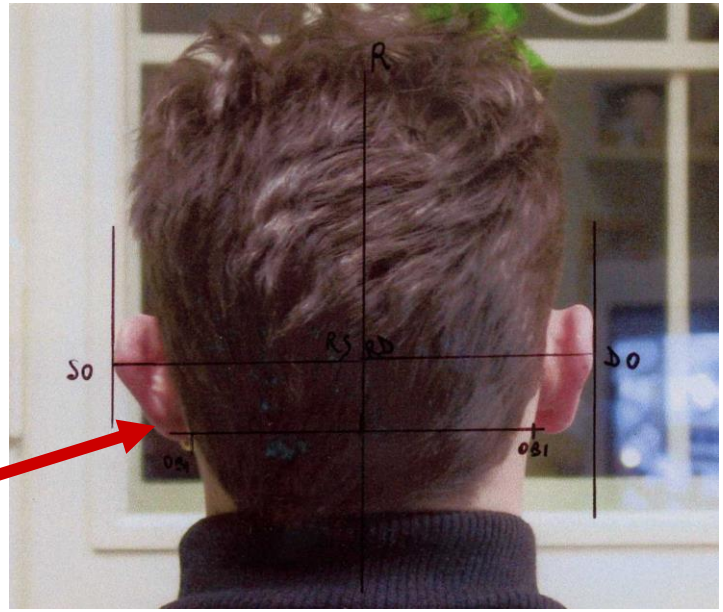
4. Modelado del problema. Visión por computador y optimización

5. Sistema de ayuda a la toma de decisiones

UNIVERSIDAD DE GRANADA

IDENTIFICACIÓN MEDIANTE COMPARACIÓN IMÁGENES

Tubéculo de Darwin solo en oreja izquierda, con marcada asimetría



ÍNDICE

1. Introducción

2. Antropología física y forense

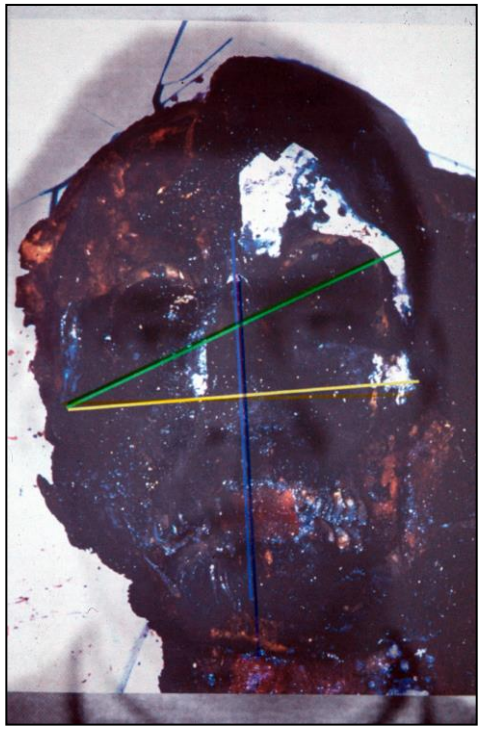
3. Superposición craneofacial

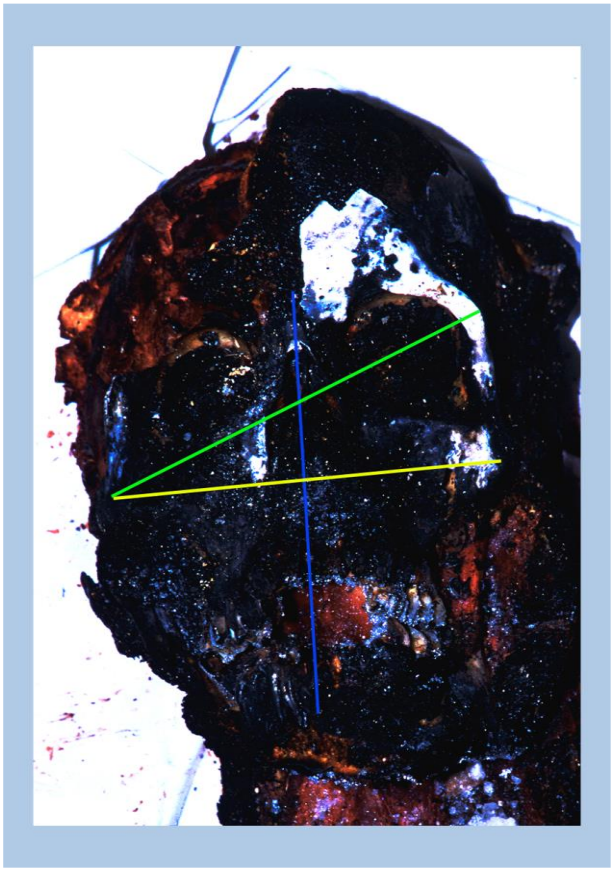
4. Modelado del problema. Visión por computador y optimización

5. Sistema de ayuda a la toma de decisiones

UNIVERSIDAD DE GRANADA

IDENTIFICACIÓN MEDIANTE COMPARACIÓN IMÁGENES





ÍNDICE

1. Introducción

2. Antropología física y forense

3. Superposición craneofacial

4. Modelado del problema. Visión por computador y optimización

5. Sistema de ayuda a la toma de decisiones

UNIVERSIDAD DE GRANADA

IDENTIFICACIÓN MEDIANTE COMPARACIÓN IMÁGENES

ÍNDICE

1. Introducción

2. Antropología física y forense

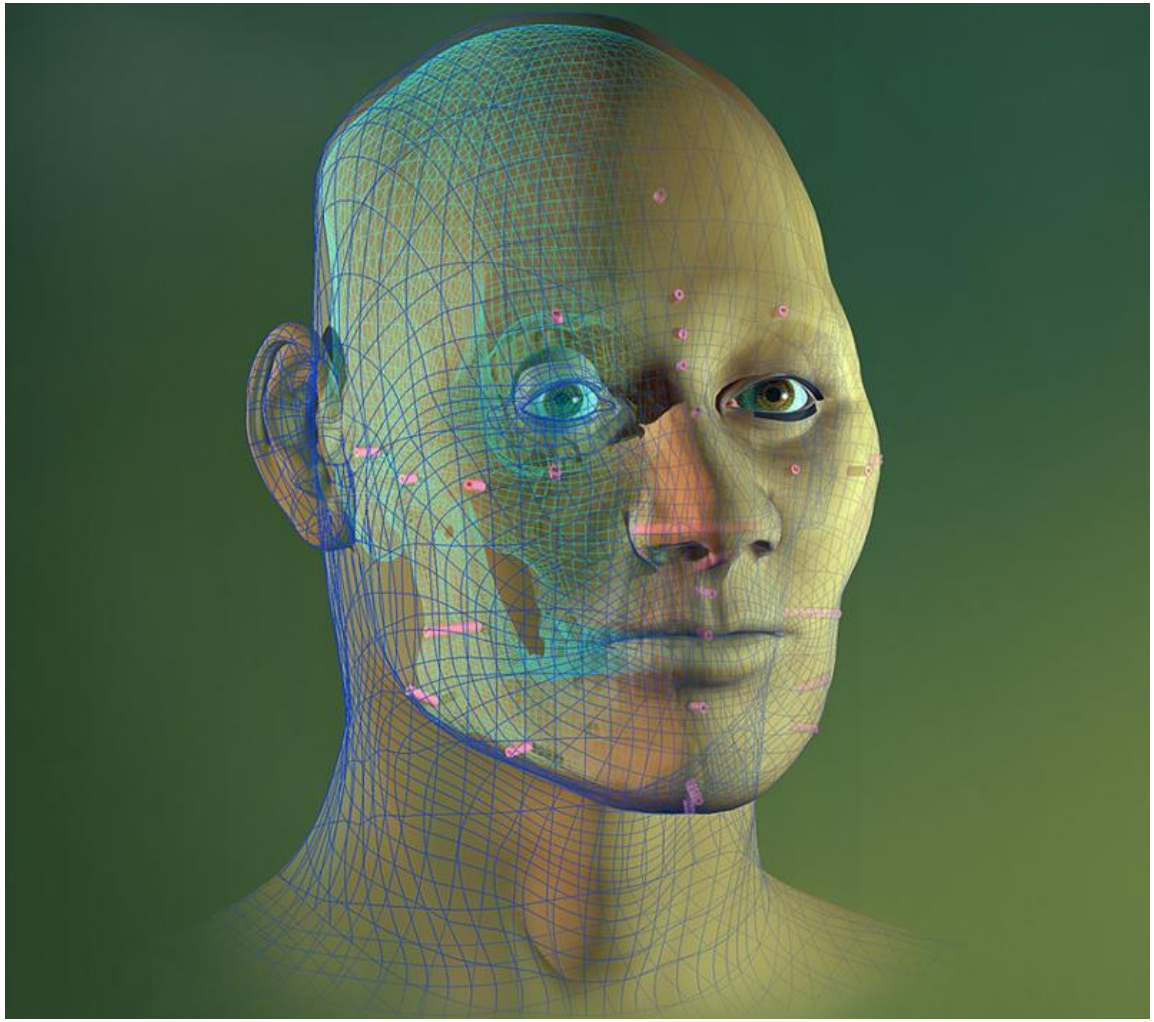
3. Superposición craneofacial

4. Modelado del problema. Visión por computador y optimización

5. Sistema de ayuda a la toma de decisiones

UNIVERSIDAD DE GRANADA

CORRESPONDENCIA CRÁNEO-CARA



ÍNDICE

1. Introducción

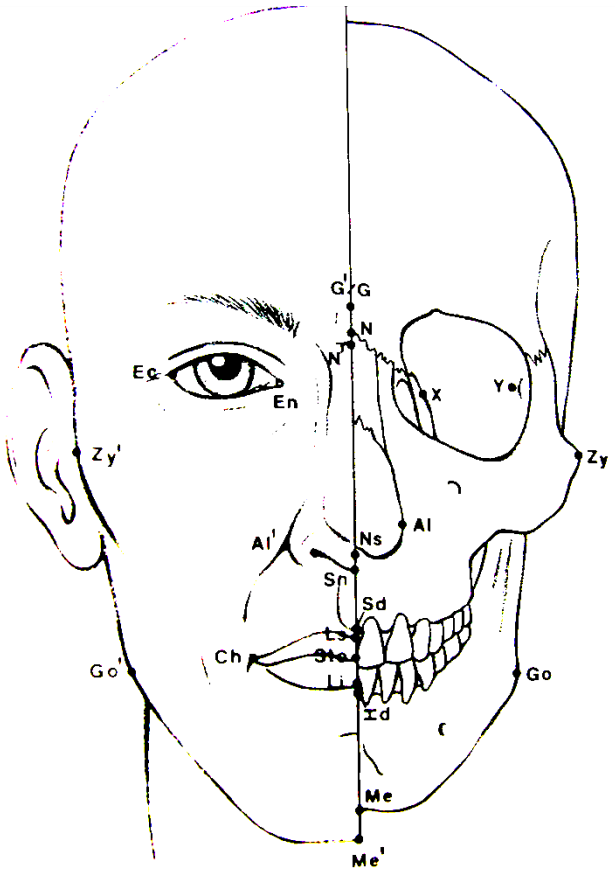
2. Antropología física y forense

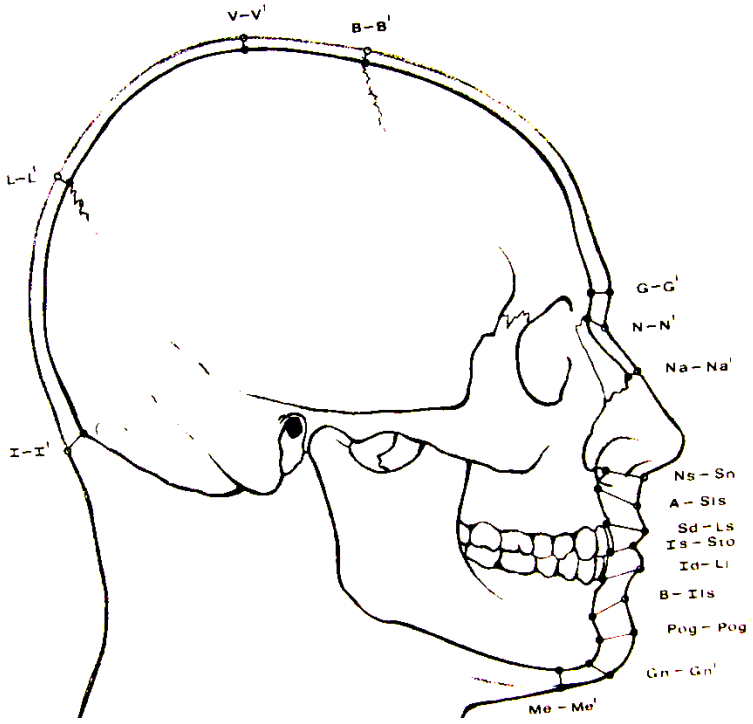
3. Superposición craneofacial

4. Modelado del problema. Visión por computador y optimización

5. Sistema de ayuda a la toma de decisiones

PUNTOS CRANEOMÉTRICOS Y CEFALOMÉTRICOS





UNIVERSIDAD DE GRANADA

ÍNDICE

1. Introducción

2. Antropología física y forense

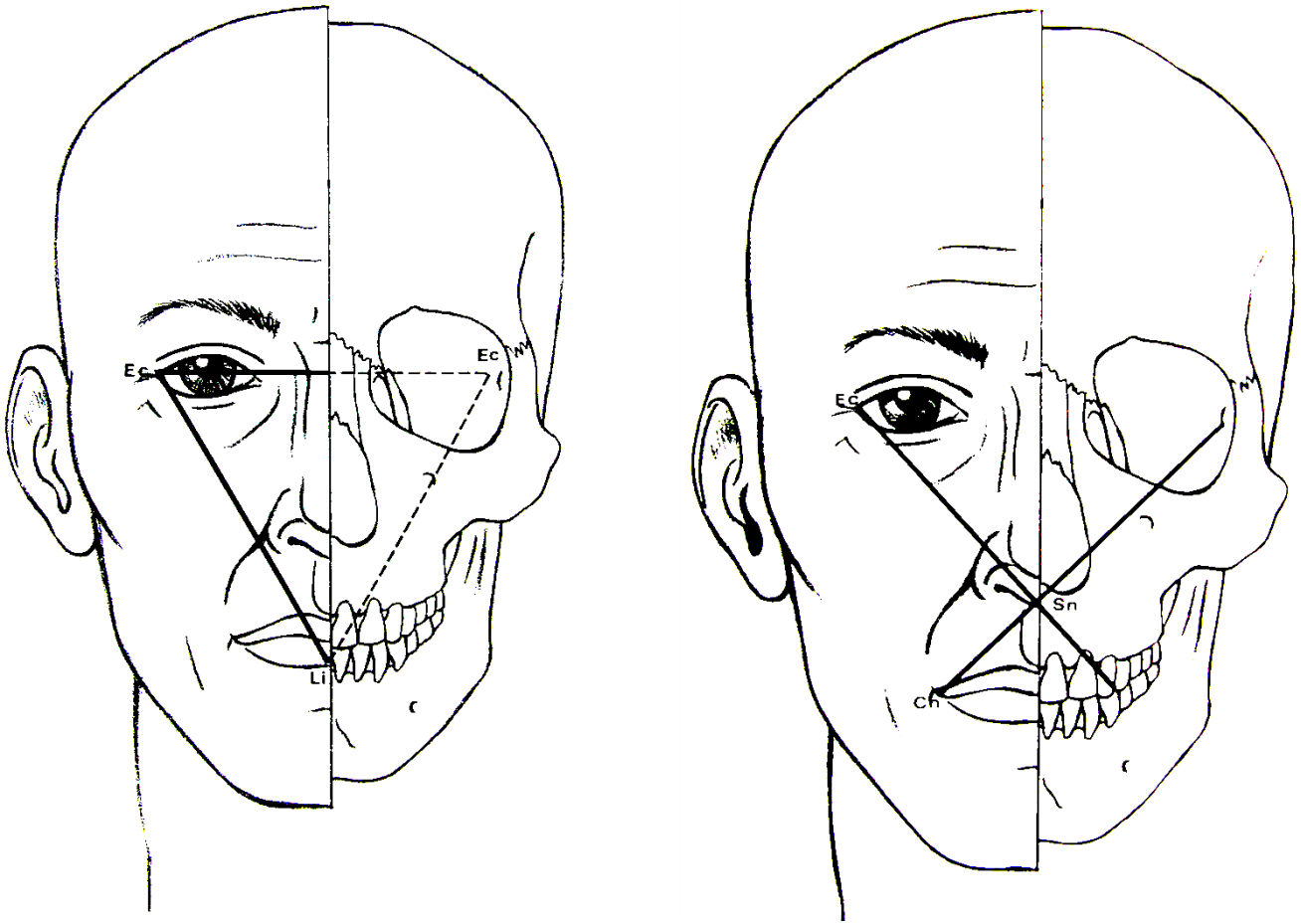
3. Superposición craneofacial

4. Modelado del problema. Visión por computador y optimización

5. Sistema de ayuda a la toma de decisiones

UNIVERSIDAD DE GRANADA

MEDIDAS Y PROPORCIONES



ÍNDICE

1. Introducción

2. Antropología física y forense

3. Superposición craneofacial

4. Modelado del problema. Visión por computador y optimización

5. Sistema de ayuda a la toma de decisiones

UNIVERSIDAD DE GRANADA

SUPERPOSICIÓN CRANEOFACIAL

- Identificación humana (de vivos o muertos) es una de las áreas más destacadas de la medicina forense

Identificación humana basada en el esqueleto (Antropología Forense)

Tarea previa para la selección de candidatos

- Si los antropólogos tienen información suficiente se pueden aplicar otras técnicas: huellas dactilares, autopsia, ADN.
- De lo contrario

ÍNDICE

1. Introducción

2. Antropología física y forense

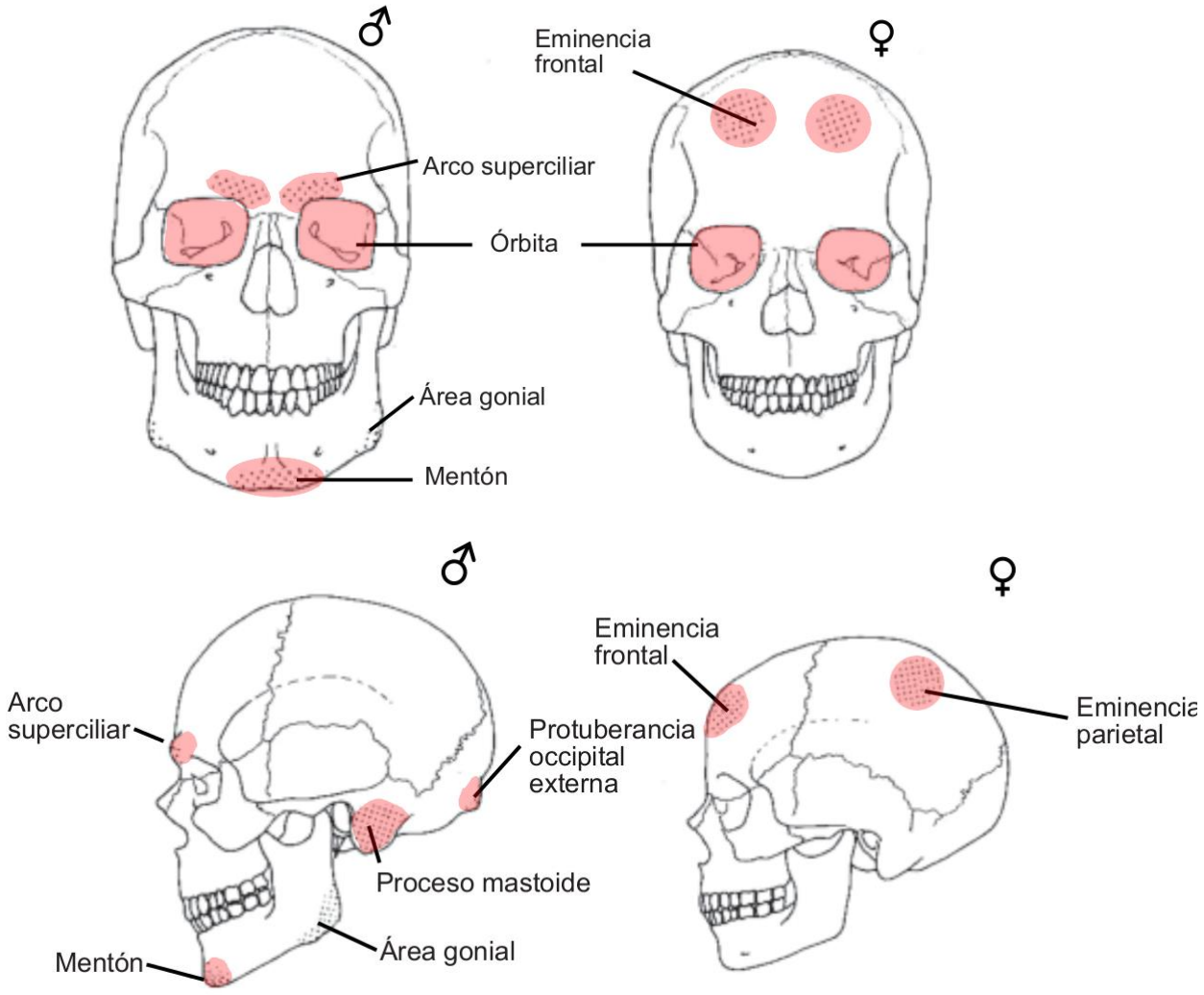
3. Superposición craneofacial

4. Modelado del problema. Visión por computador y optimización

5. Sistema de ayuda a la toma de decisiones

UNIVERSIDAD DE GRANADA

ESTIMACIÓN DEL SEXO



ÍNDICE

1. Introducción

2. Antropología física y forense

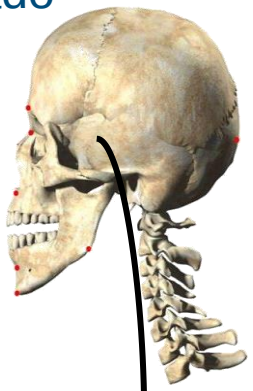
3. Superposición craneofacial

4. Modelado del problema. Visión por computador y optimización

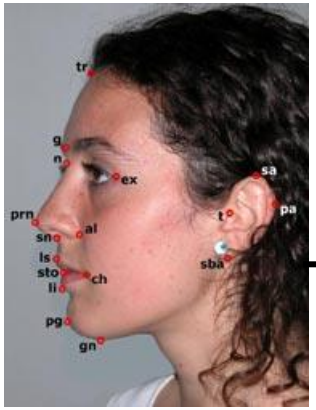
5. Sistema de ayuda a la toma de decisiones

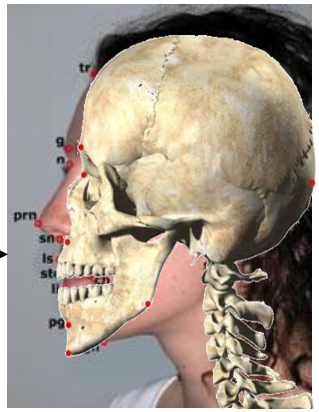
SUPERPOSICIÓN CRANEOFACIAL

- La superposición craneofacial es un proceso forense en el que se comparan fotografías o *frames* de videos de una persona desparecida con “un modelo” de un cráneo encontrado



- Proyectando una sobre la otra (solapamiento cráneo-cara) los antropólogos tratan de determinar si es o no la misma persona





UNIVERSIDAD DE GRANADA

ÍNDICE

1. Introducción

2. Antropología física y forense

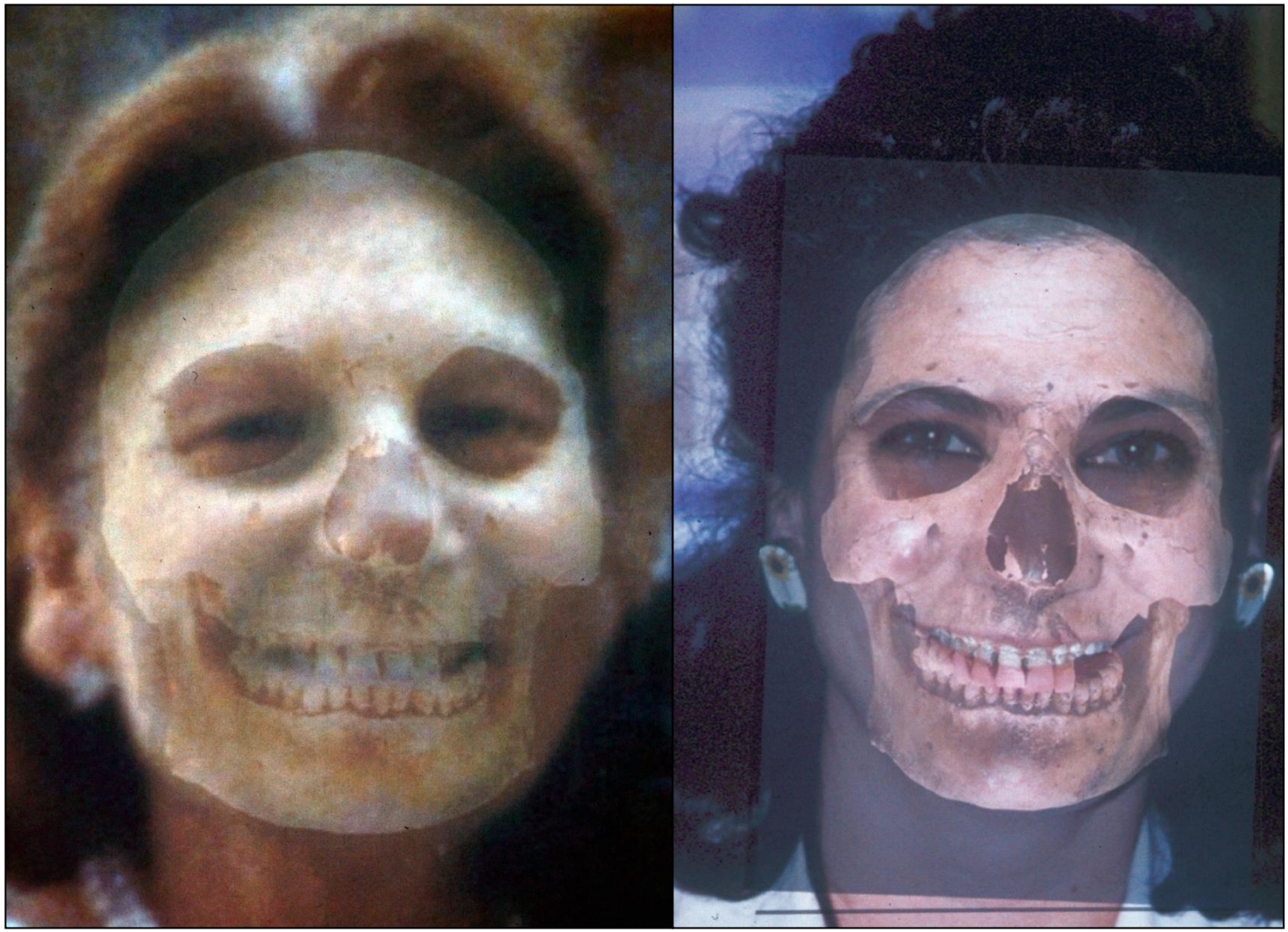
3. Superposición craneofacial

4. Modelado del problema. Visión por computador y optimización

5. Sistema de ayuda a la toma de decisiones

UNIVERSIDAD DE GRANADA

UN CRÁNEO – UNA CARA



ÍNDICE

1. Introducción

2. Antropología física y forense

3. Superposición craneofacial

4. Modelado del problema. Visión por computador y optimización

5. Sistema de ayuda a la toma de decisiones

UNIVERSIDAD DE GRANADA

DESARROLLO HISTÓRICO Y TECNOLÓGICO

Superposición fotográfica

THE WEATHER

The Detroit Free Press

Sunday, December 13, 1936. 106th Year. No. 223 — On Guard for Over a Century

AN UNPARALLELED CRIME EXHIBIT

Scotland Yard Sleuths Solved England's Famous "Devil's Beef Tub" Murders When They Matched a Photograph of a Skull with the Photograph of Mrs. Isobel Ruxton, and Finally Executed Her Husband, Dr. Buck Ruxton, for Slaying Her. At the Right Is How the Superimposed Photos Came Out.

ÍNDICE

1. Introducción

2. Antropología física y forense

3. Superposición craneofacial

4. Modelado del problema. Visión por computador y optimización

5. Sistema de ayuda a la toma de decisiones

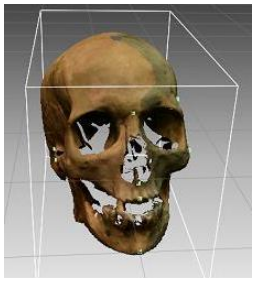
UNIVERSIDAD DE GRANADA

DESARROLLO HISTÓRICO Y TECNOLÓGICO

Superposición mediante vídeo

1. Estudio cranemétrico y morfométrico.

Preprocesado



Adquisición Modelo 3D

Lozalización de landmarks

Registrado de imágenes: Traslación, rotación, escalado, proyección

2. Solapamiento cráneo-cara automático

3. Análsis de correspondencias morfológicas. Toma de decisiones

Identificación: Negativa-Positiva (evidencias fuertes, medias, o débiles) o Indeterminado

ÍNDICE

1. Introducción

2. Antropología física y forense

3. Superposición craneofacial

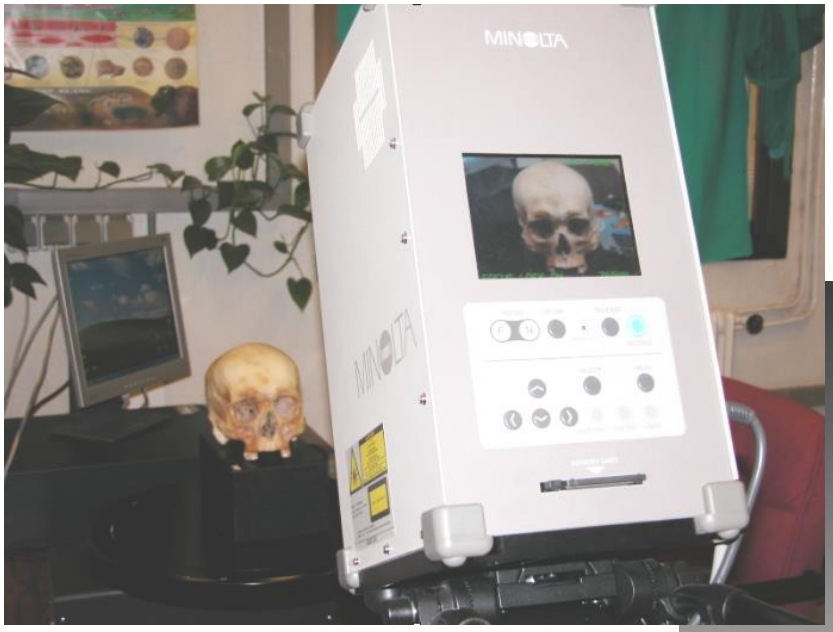
4. Modelado del problema. Visión por computador y optimización

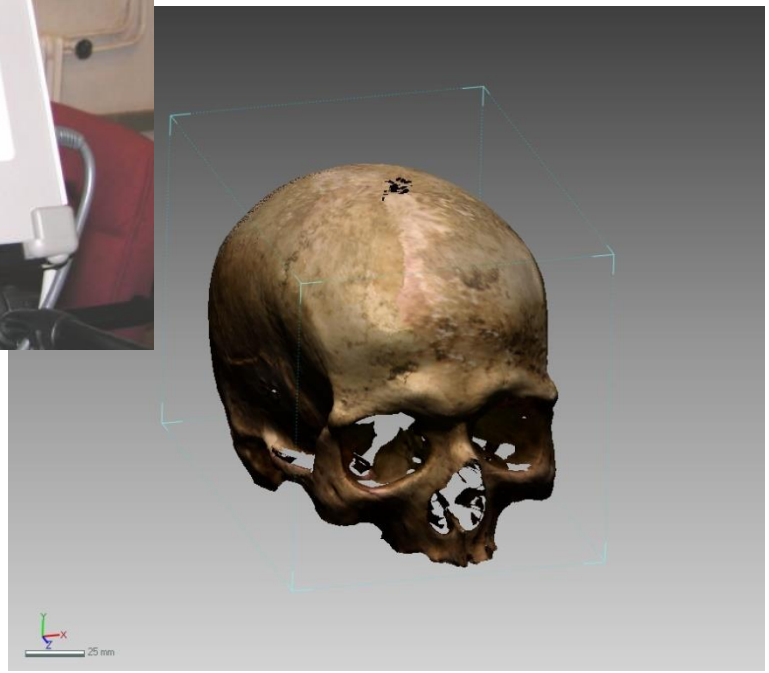
5. Sistema de ayuda a la toma de decisiones

UNIVERSIDAD DE GRANADA

PRIMERA ETAPA: MODELADO 3D DEL CRÁNEO

Superposición basada en modelos 3D





ÍNDICE

1. Introducción

2. Antropología física y forense

3. Superposición craneofacial

4. Modelado del problema. Visión por computador y optimización

5. Sistema de ayuda a la toma de decisiones

UNIVERSIDAD DE GRANADA

PRIMERA ETAPA: MODELADO 3D DEL CRÁNEO

Superposición basada en modelos 3D

ÍNDICE

1. Introducción

2. Antropología física y forense

3. Superposición craneofacial

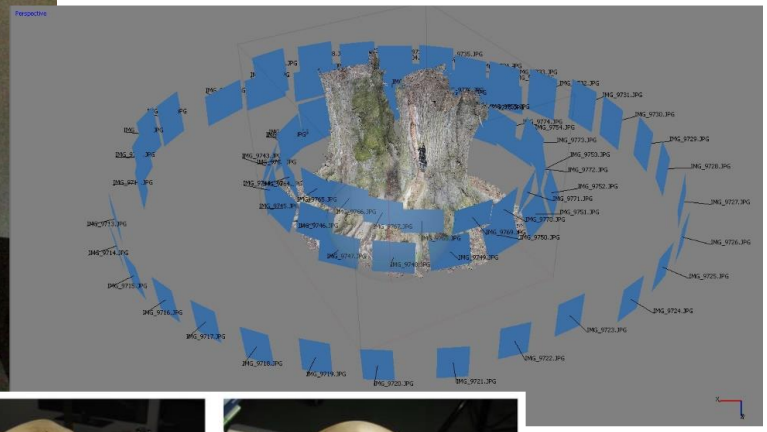
4. Modelado del problema. Visión por computador y optimización

5. Sistema de ayuda a la toma de decisiones

UNIVERSIDAD DE GRANADA

PRIMERA ETAPA: MODELADO 3D DEL CRÁNEO

Superposición basada en modelos 3D



ÍNDICE

1. Introducción

2. Antropología física y forense

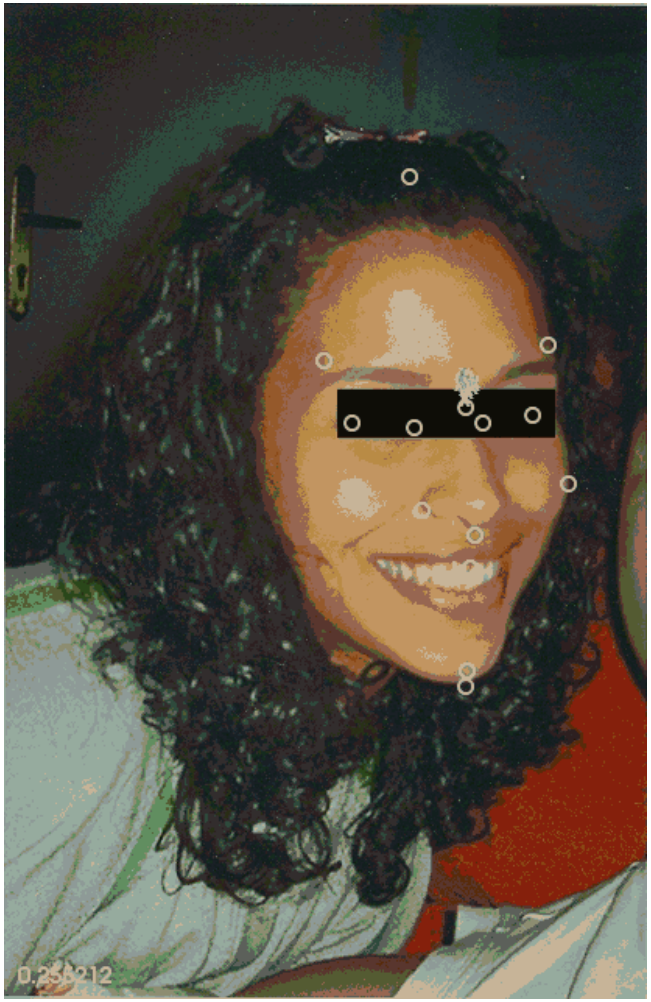
3. Superposición craneofacial

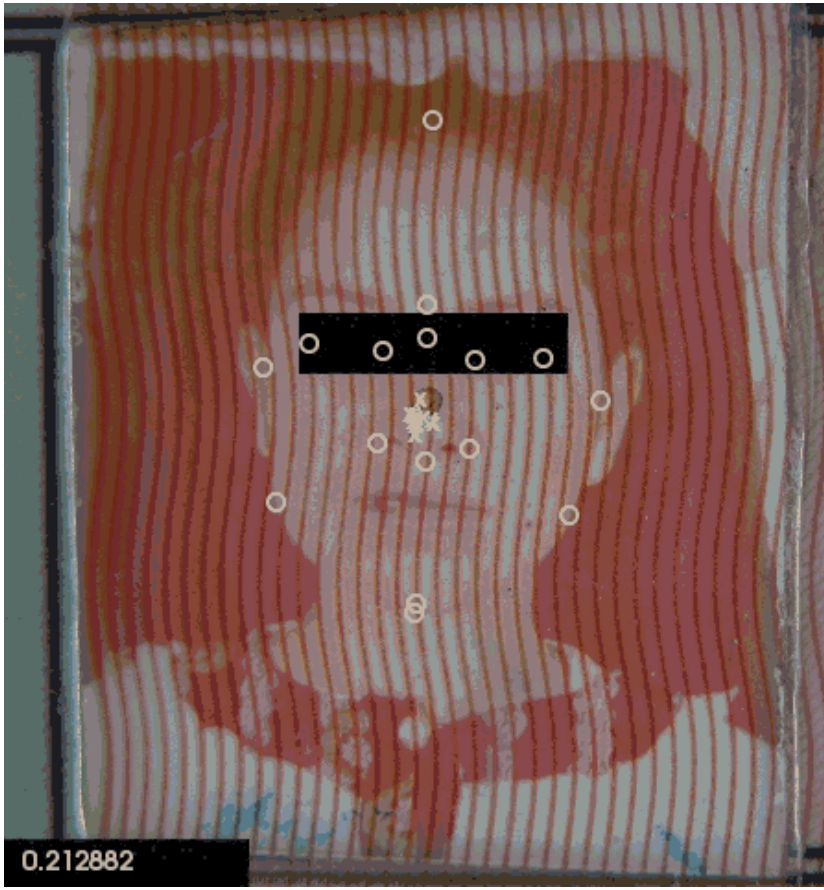
4. Modelado del problema. Visión por computador y optimización

5. Sistema de ayuda a la toma de decisiones

UNIVERSIDAD DE GRANADA

AUTOMATIZACIÓN SOLAPAMIENTO CRÁNEO-CARA





ÍNDICE

1. Introducción

2. Antropología física y forense

3. Superposición craneofacial

4. Modelado del problema. Visión por computador y optimización

5. Sistema de ayuda a la toma de decisiones

UNIVERSIDAD DE GRANADA

AUTOMATIZACIÓN SOLAPAMIENTO CRÁNEO-CARA

- La solución final al problema de solapamiento cráneo-cara es una transformación geométrica que aplicada al modelo 3D del cráneo lo coloque en la misma posición que la cabeza de la persona candidato en la foto
- Se trata por lo tanto de replicar el escenario en el que se tomó la fotografía. Dos son los momentos importantes a considerar:

1. Adquisición de la fotografía

2. Adquisición del modelo 3D

- El problema es complejo dado que los parámetros de la cámara en el momento de la fotografía (condiciones de iluminación, distancia y posición relativa cámara-persona, longitud focal) se desconocen

ÍNDICE

1. Introducción

2. Antropología física y forense

3. Superposición craneofacial

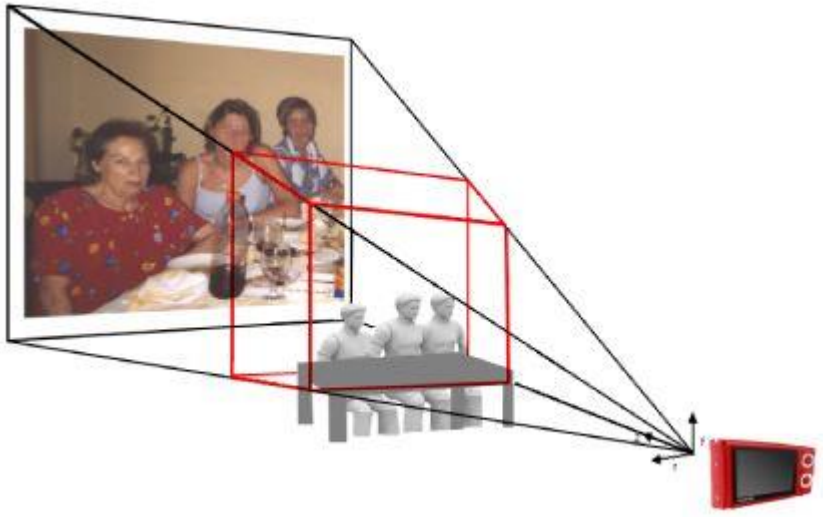
4. Modelado del problema. Visión por computador y optimización

5. Sistema de ayuda a la toma de decisiones

UNIVERSIDAD DE GRANADA

AUTOMATIZACIÓN SOLAPAMIENTO CRÁNEO-CARA

1. Adquisición de la fotografía



MODELADO DEL PROBLEMA

ÍNDICE

1. Introducción

2. Antropología física y forense

3. Superposición craneofacial

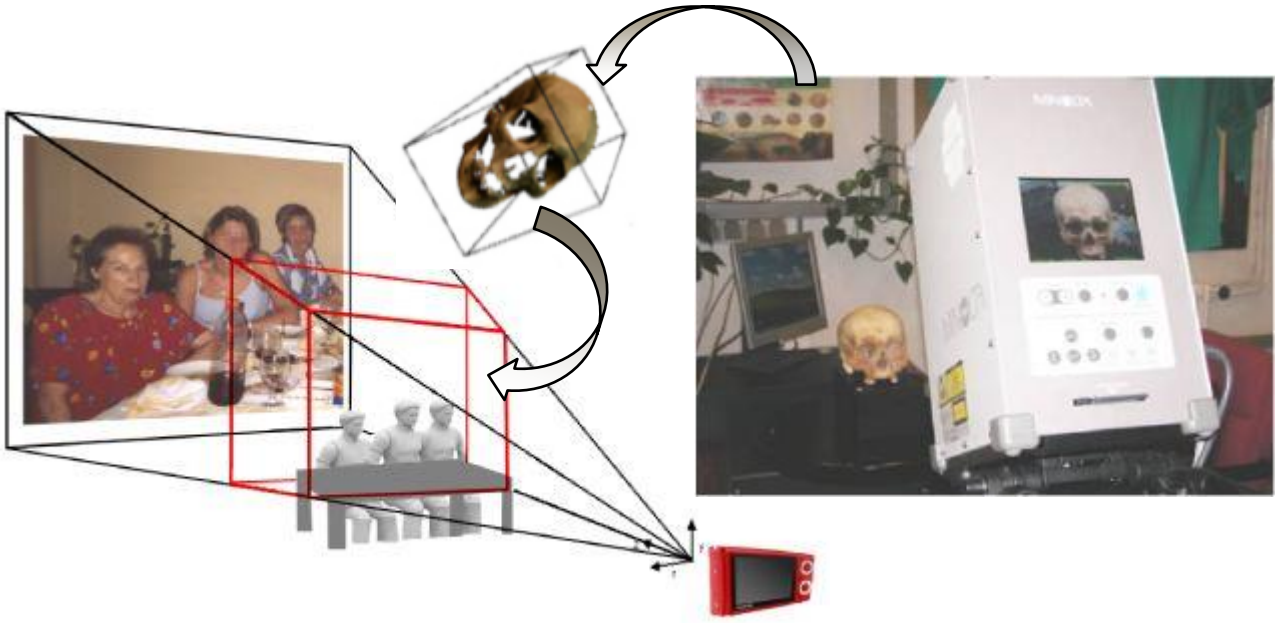
4. Modelado del problema. Visión por computador y optimización

5. Sistema de ayuda a la toma de decisiones

UNIVERSIDAD DE GRANADA

AUTOMATIZACIÓN SOLAPAMIENTO CRÁNEO-CARA

2. Adquisición del modelo 3D del cráneo



Solución final: replica el scenario original mediante registrado de imágenes 3D-2D

ÍNDICE

1. Introducción

2. Antropología física y forense

3. Superposición craneofacial

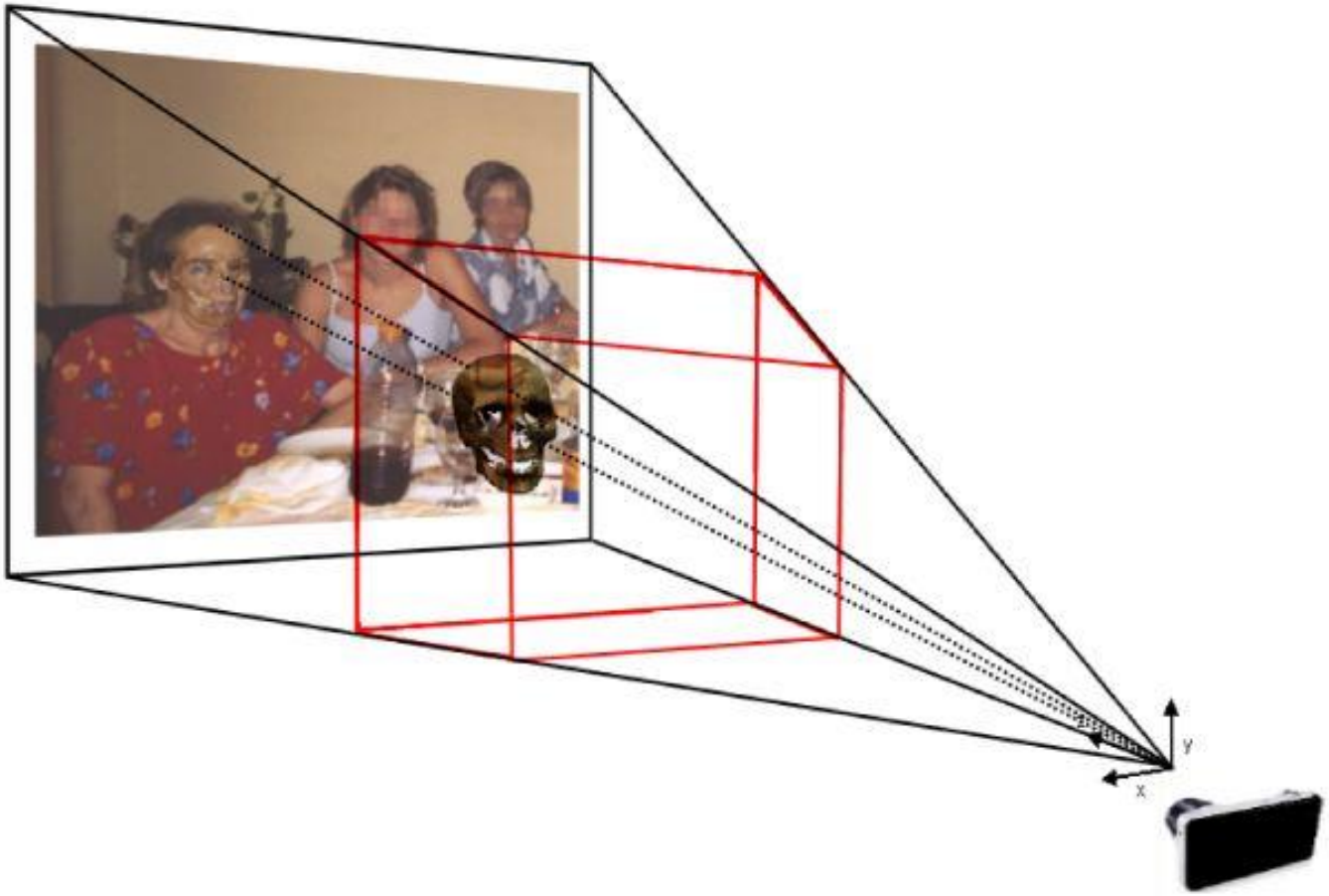
4. Modelado del problema. Visión por computador y optimización

5. Sistema de ayuda a la toma de decisiones

UNIVERSIDAD DE GRANADA

AUTOMATIZACIÓN SOLAPAMIENTO CRÁNEO-CARA

3. Solapamiento cráneo-cara final: scenario original reproducido mediante un proceso de registrado 3D-2D



ÍNDICE

1. Introducción

2. Antropología física y forense

3. Superposición craneofacial

4. Modelado del problema. Visión por computador y optimización

5. Sistema de ayuda a la toma de decisiones

UNIVERSIDAD DE GRANADA

AUTOMATIZACIÓN SOLAPAMIENTO CRÁNEO-CARA

ALGORITMO DE OPTIMIZACIÓN

Buscar la superposición que minimiza la distancia entre puntos de la cara y puntos del cráneo una vez proyectados

(Algoritmo de optimización-algoritmo evolutivo)

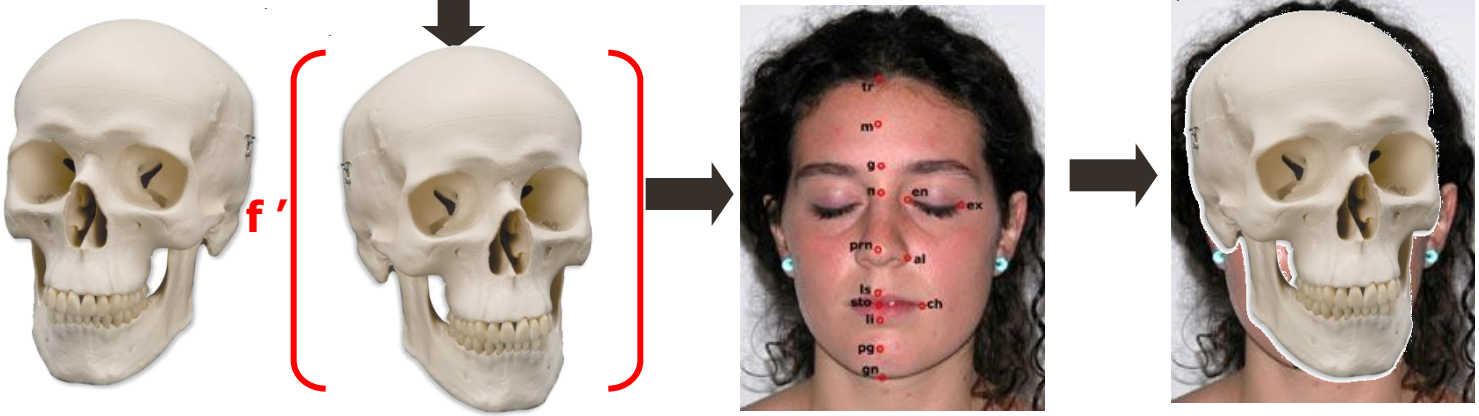
Error de registrado

Evaluación de f ′

f ′ ≅ f *

Rotación = {60°,(0,1,0)}
Traslación = {2, 0, 1}…

Distancia euclídea entre pares de landmarks



ÍNDICE

1. Introducción

2. Antropología física y forense

3. Superposición craneofacial

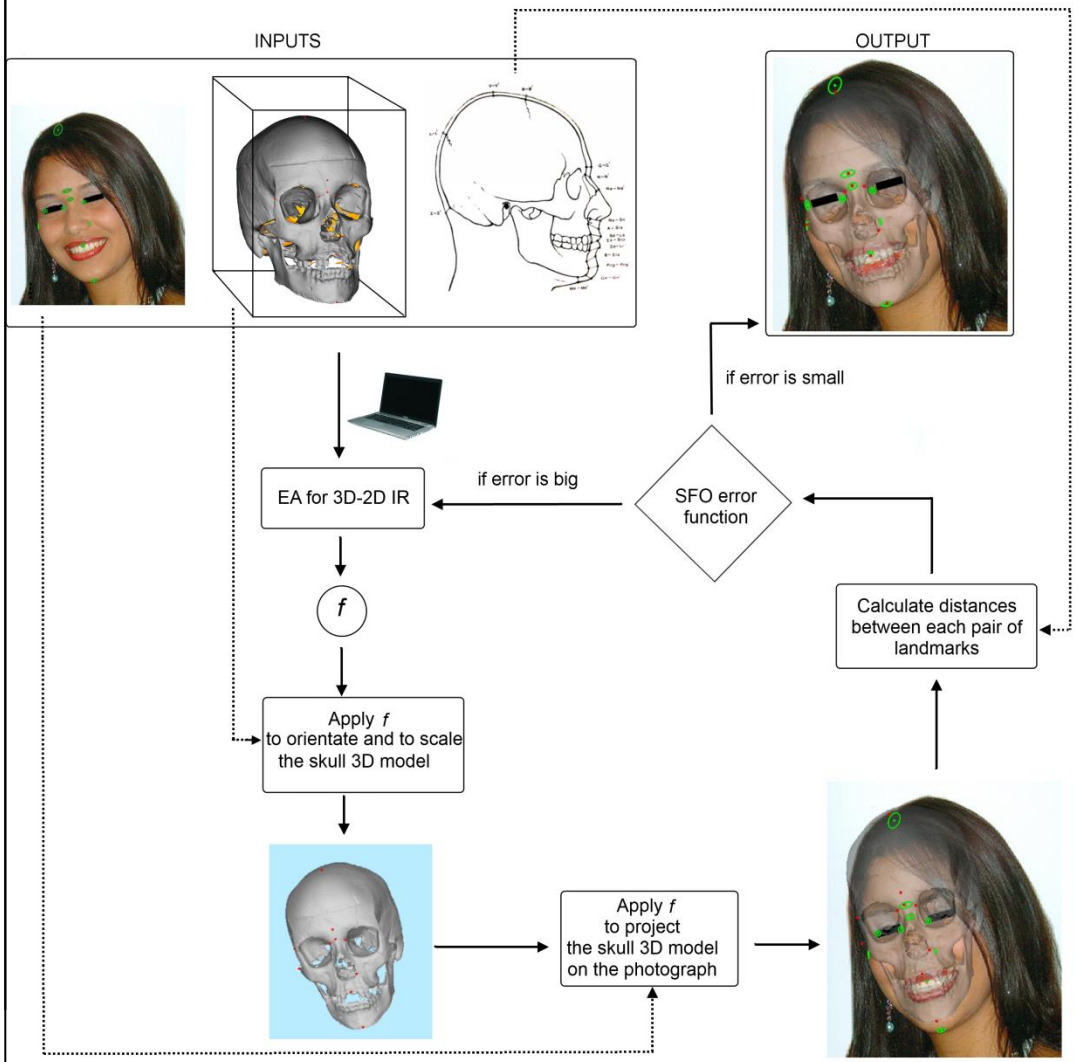
4. Modelado del problema. Visión por computador y optimización

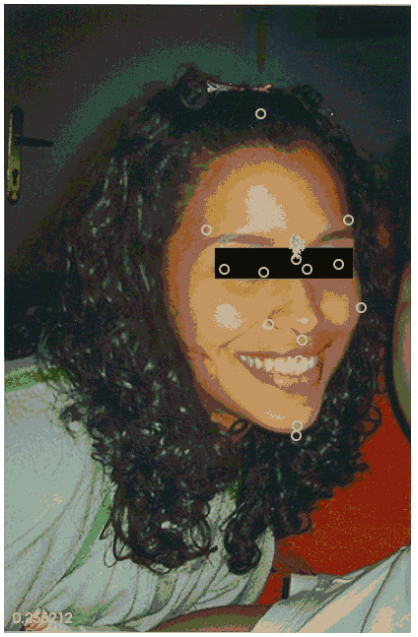
5. Sistema de ayuda a la toma de decisiones

UNIVERSIDAD DE GRANADA

AUTOMATIZACIÓN SOLAPAMIENTO CRÁNEO-CARA

ALGORITMO DE OPTIMIZACIÓN





ÍNDICE

1. Introducción

2. Antropología física y forense

3. Superposición craneofacial

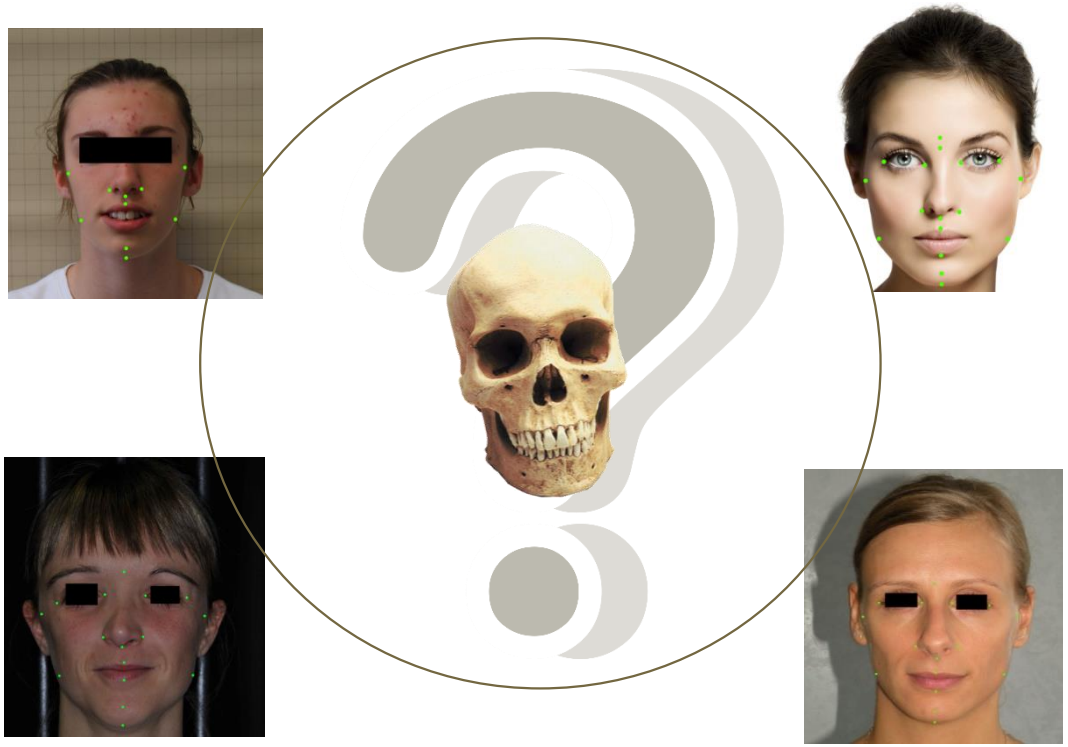
4. Modelado del problema. Visión por computador y optimización

5. Sistema de ayuda a la toma de decisiones

UNIVERSIDAD DE GRANADA

SISTEMA DE AYUDA A LA TOMA DE DECISIONES

¿DE QUIÉN ES ESTE CRÁNEO?



ÍNDICE

1. Introducción

2. Antropología física y forense

3. Superposición craneofacial

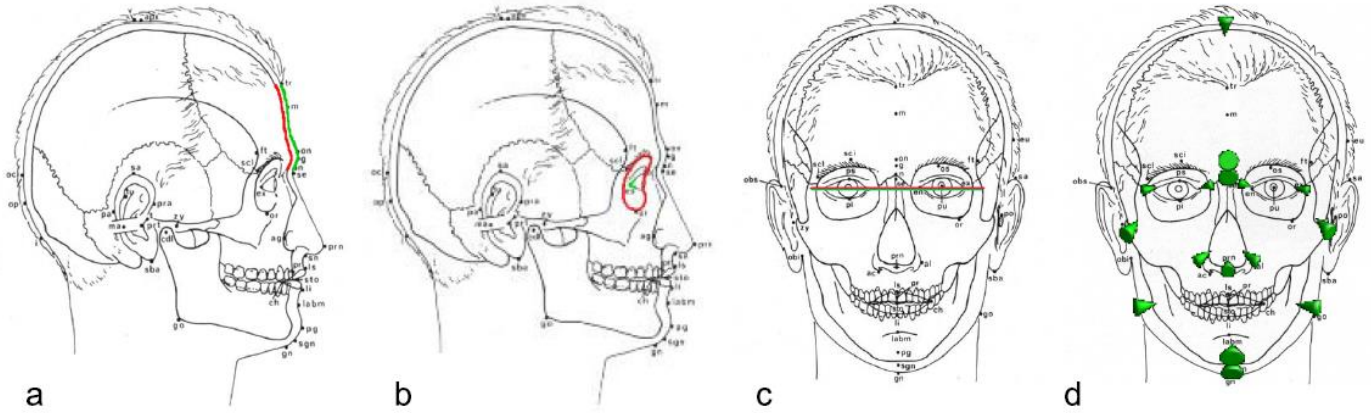
4. Modelado del problema. Visión por computador y optimización

5. Sistema de ayuda a la toma de decisiones

SISTEMA DE AYUDA A LA TOMA DE DECISIONES

¿QUÉ ESTUDIAMOS PARA SABER SI ES LA MISMA PERSONA?

Toma de decisiones: en base al estudio de la relación anatómica entre cráneo y cara



a) Correspondencia morfológica entre curvas en cráneo y cara

b) Consistencia anatómica mediante el estudio de la posición relativa de regiones en cráneo y cara

c) Consistencia anatómica entre líneas en cara y cráneo

d) Correspondencia entre landmarks teniendo en cuenta el grosor de tejido blando

ÍNDICE

1. Introducción

2. Antropología física y forense

3. Superposición craneofacial

4. Modelado del problema. Visión por computador y optimización

5. Sistema de ayuda a la toma de decisiones

SISTEMA DE AYUDA A LA TOMA DE DECISIONES

¿QUÉ ESTUDIAMOS PARA SABER SI ES LA MISMA PERSONA?

Toma de decisiones: en base al estudio de la relación anatómica entre cráneo y cara

Evidencias de NO ser la misma persona

Evidencias de ser la misma persona

UNIVERSIDAD DE GRANADA

ÍNDICE

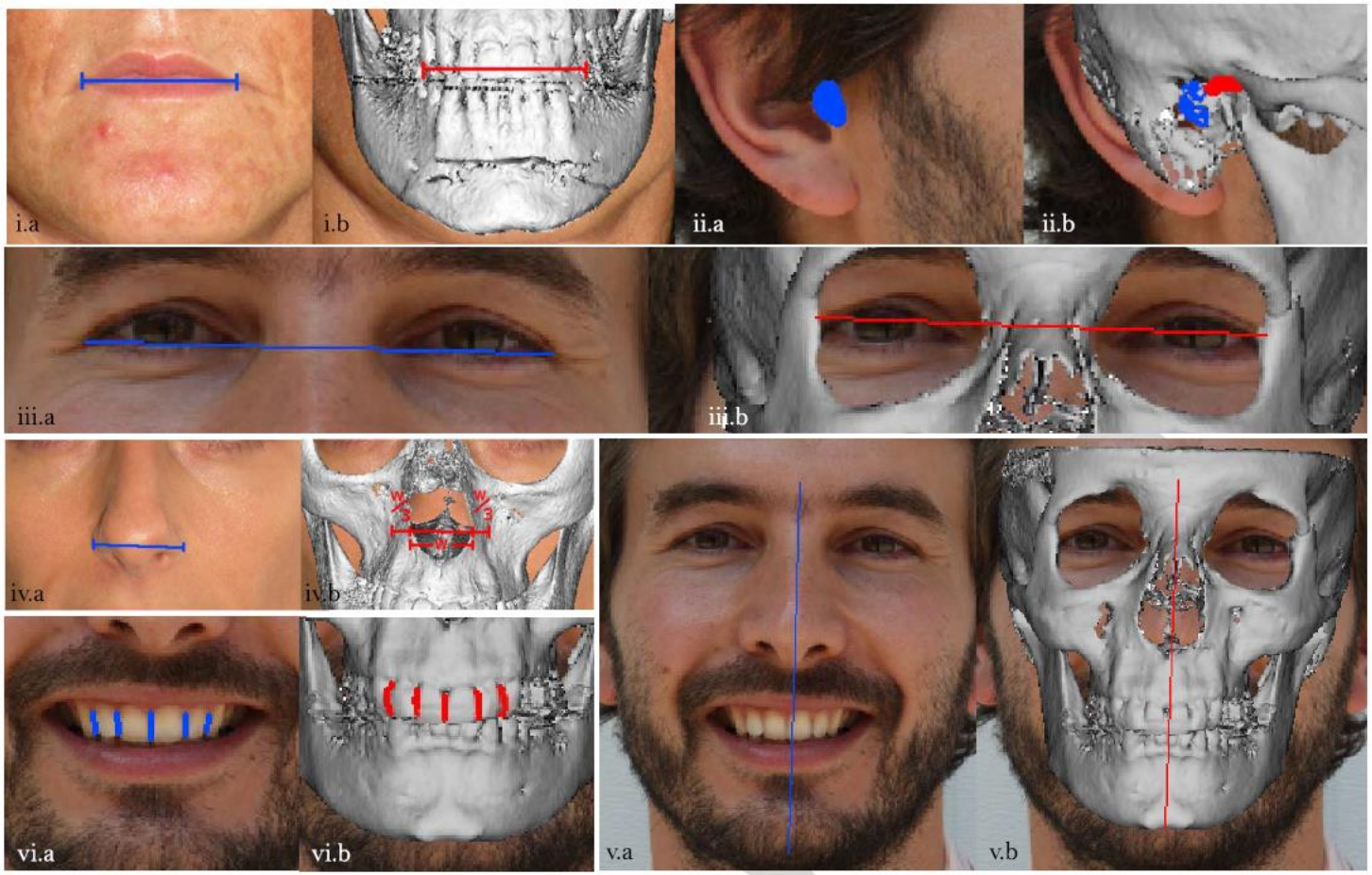
1. Introducción

2. Antropología física y forense

3. Superposición craneofacial

4. Modelado del problema. Visión por computador y optimización

5. Sistema de ayuda a la toma de decisiones

UNIVERSIDAD DE GRANADA

COMPROBAR LA CONSISTENCIA ANATÓMICA