

Universidades de Burgos, León y  
Valladolid

Máster universitario

# Inteligencia de Negocio y Big Data en Entornos Seguros



TFM del Máster Inteligencia de Negocio  
y Big Data en Entornos Seguros

Clasificación del iris

Presentado por Ignacio Ponsoda Llorens  
en Universidad de Burgos — 7 de enero  
de 2022

Tutor: Dr. José Francisco Díez Pastor y Dr.  
Pedro Latorre Carmona



# Universidades de Burgos, León y Valladolid



## Máster universitario en Inteligencia de Negocio y Big Data en Entornos Seguros

D. nombre tutor, profesor del departamento de nombre departamento, área de nombre área.

Expone:

Que el alumno Ignacio Ponsoda Llorens, con DNI 21698927Z, ha realizado el Trabajo final de Máster en Inteligencia de Negocio y Big Data en Entornos Seguros titulado título de TFM.

Y que dicho trabajo ha sido realizado por el alumno bajo la dirección del que suscribe, en virtud de lo cual se autoriza su presentación y defensa.

En Burgos, 7 de enero de 2022

Vº. Bº. del Tutor:

Vº. Bº. del co-tutor:

D. nombre tutor

D. nombre co-tutor





## **Resumen**

Cada vez se utilizan más elementos biomédicos para poder identificar a las personas. En este trabajo vamos a utilizar técnicas de Inteligencia Artificial para segmentar el iris y hacer una clasificación del mismo, optimizando procesos anteriores y haciendolos reproducibles.

## **Descriptores**

Palabras separadas por comas que identifiquen el contenido del proyecto Ej: servidor web, buscador de vuelos, android . . .

## **Abstract**

A **brief** presentation of the topic addressed in the project.

## **Keywords**

keywords separated by commas.



---

# Índice general

---

|  |       |
|--|-------|
| Índice general                                     | iii   |
| Índice de figuras                                  | v     |
| Índice de tablas                                   | vi    |
| <br>Memoria  | <br>1 |
| 1. Introducción                                    | 3     |
| 2. Objetivos del proyecto                          | 5     |
| 3. Conceptos teóricos                              | 7     |
| 3.1. Secciones . . . . .                           | 7     |
| 3.2. Referencias . . . . .                         | 7     |
| 3.3. Imágenes . . . . .                            | 8     |
| 3.4. Listas de items . . . . .                     | 8     |
| 3.5. Tablas . . . . .                              | 8     |
| 4. Técnicas y herramientas                         | 11    |
| 5. Aspectos relevantes del desarrollo del proyecto | 13    |
| 6. Trabajos relacionados                           | 15    |
| 7. Conclusiones y Líneas de trabajo futuras        | 17    |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Apéndices</b>   | <b>18</b> |
| <b>Apéndice A Plan de Proyecto Software</b>                      | <b>21</b> |
| A.1. Introducción . . . . .                                      | 21        |
| A.2. Planificación temporal . . . . .                            | 21        |
| A.3. Estudio de viabilidad . . . . .                             | 21        |
| <b>Apéndice B Especificación de Requisitos</b>                   | <b>23</b> |
| B.1. Introducción . . . . .                                      | 23        |
| B.2. Objetivos generales . . . . .                               | 23        |
| B.3. Catalogo de requisitos . . . . .                            | 23        |
| B.4. Especificación de requisitos . . . . .                      | 23        |
| <b>Apéndice C Especificación de diseño</b>                       | <b>25</b> |
| C.1. Introducción . . . . .                                      | 25        |
| C.2. Diseño de datos . . . . .                                   | 25        |
| C.3. Diseño procedimental . . . . .                              | 25        |
| C.4. Diseño arquitectónico . . . . .                             | 25        |
| <b>Apéndice D Documentación técnica de programación</b>          | <b>27</b> |
| D.1. Introducción . . . . .                                      | 27        |
| D.2. Estructura de directorios . . . . .                         | 27        |
| D.3. Manual del programador . . . . .                            | 27        |
| D.4. Compilación, instalación y ejecución del proyecto . . . . . | 27        |
| D.5. Pruebas del sistema . . . . .                               | 27        |
| <b>Apéndice E Documentación de usuario</b>                       | <b>29</b> |
| E.1. Introducción . . . . .                                      | 29        |
| E.2. Requisitos de usuarios . . . . .                            | 29        |
| E.3. Instalación . . . . .                                       | 29        |
| E.4. Manual del usuario . . . . .                                | 29        |
| <b>Bibliografía</b>  | <b>31</b> |

---

## Índice de figuras

---

---

# Índice de tablas

---

|   |   |
|---|---|
| 3.1. Herramientas y tecnologías utilizadas en cada parte del proyecto | 9 |
|---|---|

# Memoria



---

# Introducción

---

El iris se utiliza como elemento de reconocimiento biométrico, tanto por su inmutabilidad a lo largo del tiempo como por resultar un valor único y personal, que supone que dos personas no tendrían el mismo iris (05 Iris Recognition Developmen Techniques: A Comprehensive Review).

En este estudio, se compararán técnicas de redes neuronales completas como una combinación de redes neuronales para la segmentación del ojo, la extracción de características y finalmente, con técnicas de Machine Learning.

Para ello, vamos a utilizar una red neuronal preentrenada de ImageNet a la que le aplicaremos fine-tuning y compararemos los resultados con la combinación de una red neuronal preentrenada para la segmentación, un preprocesamiento para extraer y normalizar el iris, la red preentrenada ImageNet para extraer las características principales (sin realizar fine-tuning) y machine learning para el cluster (identificación del individuo).





---

## Objetivos del proyecto

---

Los objetivos del trabajo son principalmente tres:

- Optimizar el código del TFG y hacerlo reproducible.
- Aplicar data augmentation para comprobar la robustez del modelo.
- Comparar la utilización de una única red neuronal para reconocimiento de personas con la combinación de redes neuronales y machine learning.



---

## Conceptos teóricos

---

05 techniques review entre todos los elementos biometricos, como huellas, cara, iris, voz y , el iris recognition system (IRS) es el metodo con mayor eficiencia a la hora de determinar la identiidad de las personas, ya que el iris es el mismo a lo largo de la vida de una persona y es úncio, incluso entre gemelos. Esto es incluso utilizado en los procesos post-mortem para poder determinar la pertenencia del cuerpo 06 Post-mortem iris recognition. El iris humanos es un organo del ojo, que tiene como funciona controlar el tamaño de la pupila en función de la cantidad de luz que llega hasta este 06 Post-mortem iris recognition.

### 3.1. Secciones

Las secciones se incluyen con el comando section.

#### Subsecciones

Además de secciones tenemos subsecciones.

#### Subsubsecciones

Y subsecciones.

### 3.2. Referencias

Las referencias se incluyen en el texto usando cite [2]. Para citar webs, artículos o libros [1].

### 3.3. Imágenes

Se pueden incluir imágenes con los comandos standard de  $\text{\LaTeX}$ , pero esta plantilla dispone de comandos propios como por ejemplo el siguiente:

### 3.4. Listas de items

Existen tres posibilidades:

- primer item.
- segundo item.

1. primer item.
2. segundo item.

**Primer item** más información sobre el primer item.

**Segundo item** más información sobre el segundo item.

■

### 3.5. Tablas

Igualmente se pueden usar los comandos específicos de  $\text{\LaTeX}$  o bien usar alguno de los comandos de la plantilla.

| Herramientas     | App | AngularJS | API REST | BD | Memoria |
|------------------|-----|-----------|----------|----|---------|
| HTML5            |     | X         |          |    |         |
| CSS3             |     | X         |          |    |         |
| BOOTSTRAP        |     | X         |          |    |         |
| JavaScript       |     | X         |          |    |         |
| AngularJS        |     | X         |          |    |         |
| Bower            |     | X         |          |    |         |
| PHP              |     |           | X        |    |         |
| Karma + Jasmine  |     | X         |          |    |         |
| Slim framework   |     |           | X        |    |         |
| Idiorm           |     |           | X        |    |         |
| Composer         |     |           | X        |    |         |
| JSON             |     | X         | X        |    |         |
| PhpStorm         |     | X         | X        |    |         |
| MySQL            |     |           |          | X  |         |
| PhpMyAdmin       |     |           |          | X  |         |
| Git + BitBucket  |     | X         | X        | X  | X       |
| MikTeX           |     |           |          |    | X       |
| TeXMaker         |     |           |          |    | X       |
| Astah            |     |           |          |    | X       |
| Balsamiq Mockups |     | X         |          |    |         |
| VersionOne       |     | X         | X        | X  | X       |

Tabla 3.1: Herramientas y tecnologías utilizadas en cada parte del proyecto



---

## Técnicas y herramientas

---

Se ha utilizado el dataset de CASIA para la imágenes de ojos.

Así mismo, se ha utilizado la red neuronal preentrenada Basada en U-Net y accesible desde <https://github.com/jus390/U-net-Iris-segmentation>, la cual ya había sido entrenada para la segmentación del iris.

Finalmente, para el último proceso del proyecto, se utiliza imagenet como red neuronal preentrenada central.

Además se ha utilizado python para todo el proyecto, esto quiere decir preprocesado, creación y utilización de redes neuronales y clasificación contécnicas de machine learning.

Entre las principales librerías utilizadas se encuentran:

\* os, para el acceso a los directorios \* numpy, para trabajar con las imágenes a nivel de arrays \* scikit-image, para la transformación de las imágenes y el uso de dataset \* tensorflow, para la modificación de las redes neuronales \* keras, para el manejo de las redes neuronales \* matplotlib, para las gráficas





---

# Aspectos relevantes del desarrollo del proyecto

---

El proyecto puede dividirse en una fase previa y tres propuestas diferentes para la identificación biomédica de personas a través de una imagen de su ojo.

La primera fase trata de la optimización del código previo y la creación de un pipeline con una configuración que permitiese un mejor control de las funciones. También del data augmentation, en el cual se aplica tanto ruido gausseano (de 2.5, 5 y 7.5) como transformaciones afines (), siendo realizadas de forma aleatoria, con lo cual los supuestos pueden ser a) imagen sin data augmentation, b) imagen con ruido gausseano, c) imagen con transformaciones afines y d) imagen con ruido gausseano y transformaciones afines. Este dataset será el base para todo el proyecto.

La segunda fase se trata de la elección de la mejor forma de clasificar las imágenes de entrada:

1. La propuesta en el TFG anterior, en la cual se realiza un preprocesamiento de las imágenes del dataset original. Este preprocesamiento consiste primer lugar en la segmentación de las imágenes del iris con una red neuronal preentrenada precisamente para realizar esta acción. En segundo lugar, se realiza una extracción del iris a través de una binarización de las partes del ojo y una extracción del iris, a la que se le aplica una normalización para que quede proyectado. La siguiente fase de esta primera propuesta es la extracción de características (quitándole las dos últimas capas a una red neuronal) de la imagen normalizada para posteriormente utilizar una red neuronal preentrenada con imagenet (de hecho 3 redes de la cual se elige la

mejor). Posteriormente, estas características extraídas se pasan a modelos de ML, que son los que realizarán la clasificación.

Todo el proyecto queda establecido en una pipeline

---

## Trabajos relacionados

---

El principal apartado anterior lo podemos encontrar en el TFG de extracción del iris, en el cual se basa este trabajo, puesto se realiza a grandes rasgos todo lo relativo a la primera de las opciones del trabajo.

Sobre temas de extracción del iris encontramos 02 iris wavelet neural, donde se hace un preprocesamiento con extracción del iris utilizando Hough Transform y la normalización con Daugmands rubber. Luego, tras eliminar el ruido, la extracción se realiza con transformaciones de wavelet. Finalmente, se crea una red neuronal utilizando el mean-squared error para calcular los pesos en la red.

En 03 deep iris encontramos el desarrollo de técnicas de deep learning para el reconocimiento del iris basado en convolutional neural network residual, utilizando una red preentrenada de ResNet50 y fine-tuning, entrenado con una cross-entropy loss function (but they are not using data augmentation, they are using another dataset IIT Delhi dataset and they are not doing the preprocessing step).

In 13 ImageNet Deep CNN they use the ImageNet dataset with data augmentation, dropout to train a neural network to detect images of the feed (maybe we can remove it as it is not related with iris).

En 14 experimental deep convolutional iris recognition, utilizaron el dataset CASIA - 10000 y la arquitectura VGG-Net, lo cual realiza un PCA para extraer los elementos más característicos de las imágenes. Después utilizan algoritmos de clasificación para clasificar las imágenes, como el SVM (esto es similar al TFG) y consiguen unos porcentajes de reconocimiento muy altos.

05 techniques review habla de siete pasos en los que se divide un sistema de reconocimiento del iris, 1)adquisición, 2)preprocesamiento, 3)segmentación 4)normalización, 5)extracción de características, 6) selección de features únicos y característicos, 7)clasificación. Este paper también describe una falta de trabajos entorno a datasets de baja calidad (revisar para sacar más papers). El paper también realza que los sistemas de reconocimiento del iris (IRS) se vuelven poco efectivos cuando las imagenes tienen rotaciones or reflejos, algo que intentamos de mejorar en nuestro proceso, añadiendo ruido con el data augnmentation.

Este mismo paper también comenta los distintos dataset utilizados para estos estudios de reconocimiento de iris, el tipo de ruido utilizado así como su método, los tipos de segmentación tradicional y actual utilizados (habitualmente con redes neuronales), técnicas de normalización y extracción de caracterñísticas, así como los tipos de accuracy de los métodos de iris recognition. .... (utilizando Machine learning y deep learning)

Y para el tema de clasificación de personas con el ojo, encontramos ...

Por otro lado, en temas de fine tuning con redes neuronales, tenemos...

---

## **Conclusiones y Líneas de trabajo futuras**

---

Todo proyecto debe incluir las conclusiones que se derivan de su desarrollo. Éstas pueden ser de diferente índole, dependiendo de la tipología del proyecto, pero normalmente van a estar presentes un conjunto de conclusiones relacionadas con los resultados del proyecto y un conjunto de conclusiones técnicas. Además, resulta muy útil realizar un informe crítico indicando cómo se puede mejorar el proyecto, o cómo se puede continuar trabajando en la línea del proyecto realizado.



# Apéndice





## *Apéndice A*

---

# **Plan de Proyecto Software**

---

**A.1. Introducción**

**A.2. Planificación temporal**

**A.3. Estudio de viabilidad**

Viabilidad económica

Viabilidad legal



## *Apéndice B*

---

# **Especificación de Requisitos**

---

- B.1. Introducción
- B.2. Objetivos generales
- B.3. Catalogo de requisitos
- B.4. Especificación de requisitos



## *Apéndice C*

---

# **Especificación de diseño**

---

- C.1. Introducción
- C.2. Diseño de datos
- C.3. Diseño procedimental
- C.4. Diseño arquitectónico



## *Apéndice D*

---

# **Documentación técnica de programación**

---

- D.1. Introducción
- D.2. Estructura de directorios
- D.3. Manual del programador
- D.4. Compilación, instalación y ejecución del proyecto
- D.5. Pruebas del sistema





## *Apéndice E*

---

# **Documentación de usuario**

---

- E.1. Introducción
- E.2. Requisitos de usuarios
- E.3. Instalación
- E.4. Manual del usuario



---

## Bibliografía

---

- [1] John R. Koza. *Genetic Programming: On the Programming of Computers by Means of Natural Selection*. MIT Press, 1992.
- [2] Wikipedia. Latex — wikipedia, la enciclopedia libre, 2015. [Internet; descargado 30-septiembre-2015].