



UNIVERSIDAD DE BURGOS
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
Grado en Ingeniería Informática



**TFG del Grado en Ingeniería
Informática**

Sistema clasificador de iris



Presentado por Johnson Bolívar Arrobo Acaro
en Universidad de Burgos — 12 de septiembre
de 2020

Tutor: José Francisco Díez Pastor



UNIVERSIDAD DE BURGOS
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
Grado en Ingeniería Informática



D. José Francisco Diez Pastor, profesor del departamento de Ingeniería Informática, área de Lenguajes y Sistemas informáticos.

Expone:

Que el alumno D. Johnson Bolívar Arrobo Acaro, con DNI 71829434-C, ha realizado el Trabajo final de Grado en Ingeniería Informática titulado “Sistema clasificador de iris”.

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, 12 de septiembre de 2020

Vº. Bº. del Tutor:

D. José Francisco Diez Pastor

Resumen

Los sistemas de seguridad basados en la biometría han experimentado una gran demanda y está presente cada vez más en productos cotidianos como *smartphones* y *tablets*.

En este trabajo se propone un sistema de identificación basado en el iris ocular, ya que se trata de un rasgo que proporciona una precisión muy alta y cuyas características se mantienen estables a lo largo de la vida.

Así mismo se ahondará en las técnicas existentes para llevar a cabo el proceso de identificación, desde los métodos convencionales usando algoritmos matemáticos hasta los métodos más actuales como el uso de Redes Neuronales, las cuales van ganando más popularidad debido a su facilidad de uso y los buenos resultados que arrojan.

Descriptores

Biometría, iris, segmentación, sistemas de identificación, redes neuronales.

Abstract

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

Keywords

keywords separated by commas.

Índice general

Índice de figuras

Índice de tablas

Introducción

La probabilidad de que 2 iris cuenten con el mismo patrón es de aproximadamente 1 entre 10^{78} . (La población mundial es de alrededor de 10^{10})

Frankin Cheung

La biometría se define cómo la toma de medidas estandarizadas de los seres vivos o de procesos biológicos [?] que pueden ser usadas cómo medio para la identificación automática de individuos. Una buena biometría deberá ser:

- **Universal:** cada individuo deberá tener unos determinados rasgos biométricos únicos.
- **Recolectable:** los rasgos biométricos podrán ser medidos y guardados.
- **Permanente:** no deberían variar a lo largo de la vida del individuo.

Los sistemas de reconocimiento basados en la biometría han experimentado un auge muy pronunciado en los últimos años, esto se puede ver reflejado en su implementación en dispositivos cotidianos del día a día, cómo *smartphones* y *tablets*.

Pero más allá de las huellas dactilares, la geometría de la mano o el reconocimiento facial (entre otros), existe otra rasgo físico nato que está cobrando mucha importancia, ya que comparado con los mencionados anteriormente, es mucho más seguro, se trata del iris ocular.

La idea de usar el iris para la identificación fue propuesto por el oftalmólogo Frank Burch en 1936, pero no fue hasta 1987 cuando Leonard Flon y Aran Safir patentaron la idea de Burch, pero fueron incapaces de desarrollar por sí mismos los algoritmos necesarios, así que decidieron acudir a John Daugman, profesor en ese entonces de la Universidad de Harvard. Los algoritmos desarrollados por Daugmann en 1994 son la base de todos los sistemas de reconocimiento de iris actuales[?].

El iris cómo rasgo biométrico aporta las siguientes ventajas[?]:

- Es un rasgo que permanece invariable a lo largo de toda la vida del individuo y rara vez se ve afectado a causa de factores externos cómo accidentes o cirugías. Ver Figura ??
- Está constantemente protegido por la córnea
- Se trata de una técnica no invasiva, ya que no hace falta el contacto con el individuo para la toma de muestras, y por tanto su aceptabilidad por parte de estos es alta.
- Sus patrones son tan únicos que no existen 2 iris iguales, incluso los iris derecho e izquierdo del mismo individuo son distintos.



Figura 1.1: Sharbat Gula, identificada 18 años mediante la aplicación de los algoritmos de Daugman.

En el siguiente proyecto se expondrá el funcionamiento básico de un sistema de reconocimiento mediante el análisis de los patrones únicos del tejido membrano-muscular del iris mediante técnicas de *Machine Learning*.

1.1. Estructura de la memoria

La memoria sigue la siguiente estructura:

- **Introducción:** breve descripción del problema a resolver y la solución propuesta. Estructura de la memoria y listado de materiales adjuntos.
- **Objetivos del proyecto:** exposición de los objetivos que persigue el proyecto.
- **Conceptos teóricos:** breve explicación de los conceptos teóricos clave para la comprensión de la solución propuesta.
- **Técnicas y herramientas:** listado de técnicas metodológicas y herramientas utilizadas para gestión y desarrollo del proyecto.
- **Aspectos relevantes del desarrollo:** exposición de aspectos destacables que tuvieron lugar durante la realización del proyecto.
- **Trabajos relacionados:** estado del arte en el campo del reconocimiento del iris.
- **Conclusiones y líneas de trabajo futuras:** conclusiones obtenidas tras la realización del proyecto y posibilidades de mejora o expansión de la solución aportada.

1.2. Materiales adjuntos

- **Anexos:**
 - **Plan del proyecto software:** planificación temporal y estudio de viabilidad del proyecto.
 - **Especificación de requisitos del software:** se describe la fase de análisis; los objetivos generales, el catálogo de requisitos del sistema y la especificación de requisitos funcionales y no funcionales.
 - **Especificación de diseño:** se describe la fase de diseño; el ámbito del software, el diseño de datos, el diseño procedimental y el diseño arquitectónico.
 - **Manual del programador:** recoge los aspectos más relevantes relacionados con el código fuente (estructura, compilación, instalación, ejecución, pruebas, etc.).
 - **Manual de usuario:** guía de usuario para el correcto manejo de la aplicación.

- **Notebooks de experimentación:** contienen todos los experimentos realizados y el conjunto de datasets empleados para la realización los mismos.
- **Aplicación de escritorio:** demo realizada en Kivy que muestra la funcionalidad del proyecto.

El proyecto, junto con los materiales mencionados están disponibles en el siguiente repositorio de GitHub: https://github.com/jaa0124/iris_classifier

Objetivos del proyecto

2.1. Objetivos generales

- Investigar sobre las técnicas existentes en el ámbito del reconocimiento de individuos mediante el iris.
- Escoger uno de las técnicas y profundizar en ella con el fin de obtener un modelo funcional.
- Facilitar la comprensión de los resultados obtenidos a cualquiera con ningún conocimiento del tema que se trata.
- Desarrollar una aplicación gráfica de escritorio que permita probar la funcionalidad estudiada.

2.2. Objetivos técnicos

- Aprender a usar bibliotecas populares de *Machine Learning* como *Scikit-learn* o *Keras*
- Usar modelos preentrenados de *Deep learning* para la extracción de los patrones del iris.
- Desarrollar una aplicación de escritorio mediante *Kivy*.
- Usar GitHub para alojar el proyecto y realizar su seguimiento y Git como sistema de control de versiones.
- Implementar la metodología ágil estudiada en la carrera, Scrum.

2.3. Objetivos personales

- Desarrollar un proyecto fuera de los propuestos por la Universidad.
- Comprender el funcionamiento de un sistema de reconocimiento e intentar realizar alguna aportación personal en dicho campo.
- Aplicar y ampliar los conocimientos adquiridos durante la carrera.
- Adentrarme en el mundo de la inteligencia artificial de manera autodidacta o mediante cursos online como Udemy y Coursera.
- Adentrarme en el desarrollo de aplicaciones de escritorio.

Conceptos teóricos

3.1. Anatomía del iris

El iris se corresponde con la parte coloreada del ojo, se trata de un músculo circular(o elíptico) protegido por la córnea en cuyo centro se encuentra la pupila. Consta de 2 músculos el *dilatador* y el *esfínter* cuya función es ajustar el tamaño del iris para controlar la cantidad de luz que entra en la pupila. El conjunto iris-pupila se encuentra rodeado por una membrana de color blanco llamada *esclera*. Ver Figura ??

El color, la textura y los patrones del iris son únicos y se cree que se forman aleatoriamente durante el periodo embrionario(etapa comprendida entre fecundación y la octava semana de embarazo), de modo que incluso 2 gemelos genéticamente iguales tienen distintos patrones.

En un entorno con mucha luz el esfínter contrae la pupila, dejando pasar menos luz a la retina, mientras que en un entorno poco iluminado, el músculo dilatador, dilata la pupila para permitir la entrada de más luz. El ojo está protegido externamente por los párpados y las pestañas, sin embargo suponen un problema ya que pueden ocultar significativamente el iris y por tanto resultar en un mal reconocimiento.

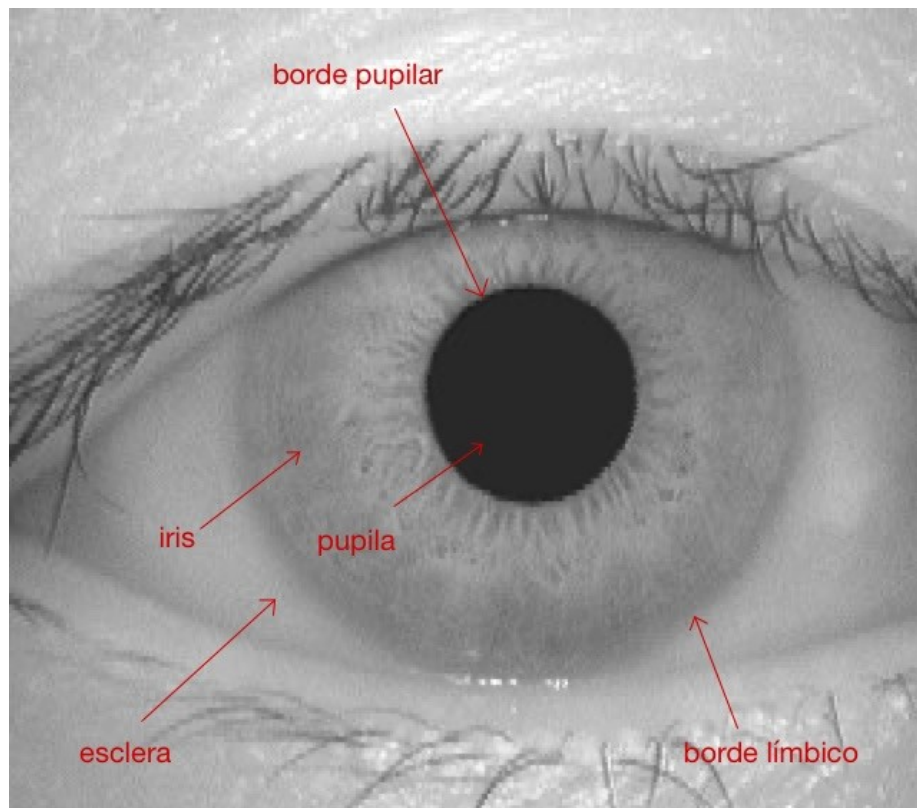


Figura 3.2: Imagen 001_1_1.bmp del dataset CASIA-Iris V1 que muestra las partes del ojo.

3.2. Fases del reconocimiento

Un sistema de reconocimiento tiene 3 fases:

1. Adquisición de imágenes.
2. Preprocesamiento de las imágenes:

La cual se divide en 3 subfases:

- a) Segmentación.
- b) Normalización.
- c) Extracción de *features*(patrones del iris)

3. Clasificación de las imágenes.

3.3. Adquisición de imágenes

Es la primera de todas las fases y también la más trascendental ya que es necesario que las muestras tengan la calidad necesaria para que la posterior extracción de patrones sea eficiente.

Las muestras de un iris se toman con cámaras desarrolladas específicamente para este propósito si bien para este proyecto no se contaba con este hardware se podría haber optado por usar una cámara convencional(*añadir referencia diabetes bachillerato*), pero ello incluiría otro problema: conseguir muestras de un gran número de voluntarios. Para evitarse los problemas mencionados se optó por usar un dataset de iris, concretamente el de CASIA en su versión 1(*añadir link a CASIA*) la cual está disponible de forma gratuita mediante registro y autorización previa.

Este dataset cuenta con 756 imágenes del iris de 108 sujetos. La toma de muestras se realizó en 2 sesiones, tomándose 3 muestras en la primera sesión y 4 en la segunda, de modo que se cuenta con un total de 7 muestras por sujeto. Cada muestra está en formato *.bmp* y tienen una resolución de 320x280. Para la toma de muestras usaron una cámara desarrollada por la propia CASIA.

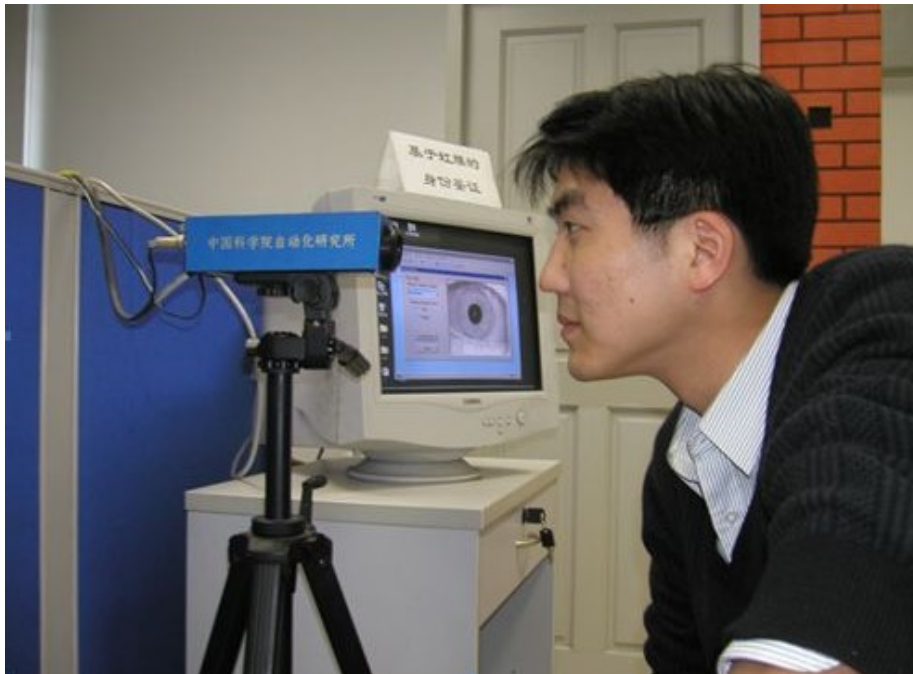


Figura 3.3: Toma de muestras para el dataset CASIA-Iris-V1

Con el objetivo de facilitar la detección de los bordes del iris, las muestras se han editado, de modo que se han eliminado los reflejos especulares(*añadir pie de página con definición*).

Cabe recalcar que dichas ediciones son mínimas y se aplican únicamente en la pupila, la cual no proporciona ninguna información útil para las etapas posteriores de extracción y clasificación de los patrones del iris.(*añadir referferencia a image understanding for irsi....*

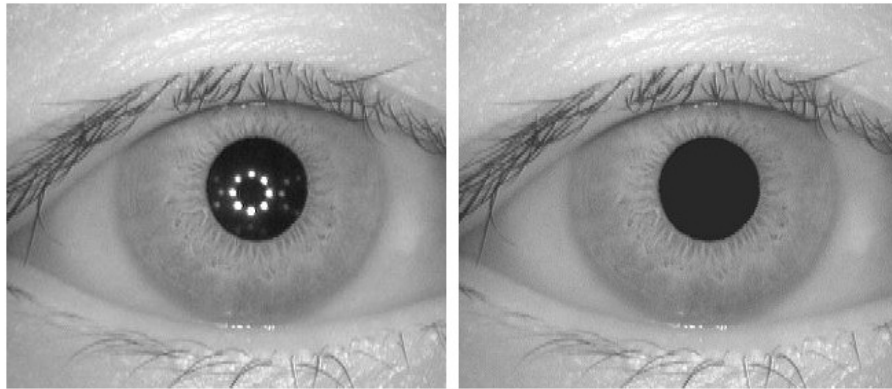


Figura 3.4: Imagen S1143R01.jpg perteneciente CASIA-Interval-V3 con regiones especulares(izquierda). Imagen 001_1_1.bmp de CASIA-Iris-V1 sin regiones especulares(derecha)

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.

■

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

3.5. Tablas

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

Técnicas y herramientas

Esta parte de la memoria tiene como objetivo presentar las técnicas metodológicas y las herramientas de desarrollo que se han utilizado para llevar a cabo el proyecto. Si se han estudiado diferentes alternativas de metodologías, herramientas, bibliotecas se puede hacer un resumen de los aspectos más destacados de cada alternativa, incluyendo comparativas entre las distintas opciones y una justificación de las elecciones realizadas. No se pretende que este apartado se convierta en un capítulo de un libro dedicado a cada una de las alternativas, sino comentar los aspectos más destacados de cada opción, con un repaso somero a los fundamentos esenciales y referencias bibliográficas para que el lector pueda ampliar su conocimiento sobre el tema.

Aspectos relevantes del desarrollo del proyecto

Este apartado pretende recoger los aspectos más interesantes del desarrollo del proyecto, comentados por los autores del mismo. Debe incluir desde la exposición del ciclo de vida utilizado, hasta los detalles de mayor relevancia de las fases de análisis, diseño e implementación. Se busca que no sea una mera operación de copiar y pegar diagramas y extractos del código fuente, sino que realmente se justifiquen los caminos de solución que se han tomado, especialmente aquellos que no sean triviales. Puede ser el lugar más adecuado para documentar los aspectos más interesantes del diseño y de la implementación, con un mayor hincapié en aspectos tales como el tipo de arquitectura elegido, los índices de las tablas de la base de datos, normalización y desnormalización, distribución en ficheros³, reglas de negocio dentro de las bases de datos (EDVHV GH GDWRV DFWLYDV), aspectos de desarrollo relacionados con el WWW... Este apartado, debe convertirse en el resumen de la experiencia práctica del proyecto, y por sí mismo justifica que la memoria se convierta en un documento útil, fuente de referencia para los autores, los tutores y futuros alumnos.

Trabajos relacionados

Este apartado sería parecido a un estado del arte de una tesis o tesina. En un trabajo final grado no parece obligada su presencia, aunque se puede dejar a juicio del tutor el incluir un pequeño resumen comentado de los trabajos y proyectos ya realizados en el campo del proyecto en curso.

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.