

Informe I: Reconocimiento de Iris

Proyecto de curso Introducción al procesamiento digital de imágenes

1st Profesor: Claudio Pérez 2nd Auxiliar: Juan Pérez 3rd Alumnos: Matias Arriola, Tomás de la Sotta

I. INTRODUCCIÓN

En este documento se presentan los aspectos primarios a la investigación a realizar durante el semestre en el curso de introducción al procesamiento digital de imágenes, a saber, el desarrollo de un algoritmo que sea capaz de detectar de manera autónoma el iris de una persona.

En este informe se detalla y proyecta la metodología a implementar durante el semestre, así como también la revisión bibliográfica que se realizó con el fin de ver el estado del arte actual en cuanto a la detección de iris.

II. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El iris es el anillo de color alrededor del ojo. Al igual que las huellas dactilares, los iris se forman en el útero después de la concepción, de modo que no hay dos personas, ni siquiera gemelos, que tengan el mismo iris.

Probablemente todo el mundo haya visto a una persona anciana, fotografiada o entrevistada por televisión. A veces, en un primer plano de su rostro, se puede ver que sus ojos brillan y todavía se ven muy juveniles. La razón es que tiene el mismo iris que tenía cuando era mucho más joven. Su piel puede haberse arrugado con la edad, pero el iris no ha cambiado en absoluto. El iris se puede utilizar tanto para verificación como para identificación. Aún no es útil en la vigilancia porque todavía no existe un método para acercarse lo suficiente al iris del sujeto sin el consentimiento o la cooperación del sujeto.

El reconocimiento de iris (IR) o escaneo de iris es el proceso de usar luz visible y cercana al infrarrojo para tomar una fotografía de alto contraste del iris de una persona. Es una forma de tecnología biométrica ubicada en la misma categoría que el reconocimiento facial y las huellas dactilares.

El reconocimiento del iris es una técnica biométrica de creciente interés dado que en comparación al reconocimiento de huellas o reconocimiento facial, usualmente suele ser más fiable y rápido para identificar a una persona.

Desde hace mucho tiempo se vienen desarrollando sistemas autónomos de detección del iris. No obstante aún se presentan muchos desafíos y dificultades; Las imágenes de iris no ideales, capturadas en condiciones menos restringidas, normalmente degradan el rendimiento del IR debido a una segmentación inadecuada del iris o la baja calidad de la textura

del iris. Otro problema desafiante con las implementaciones de infrarrojos a gran escala es que muchas veces la inscripción se realiza desde un sensor y la autenticación se realiza mediante un sensor diferente.

En este informe se procede a detallar las metodologías, resultados y conclusiones en trabajos previos, evaluando así el estado del arte actual en el reconocimiento de iris.

A. Revisión bibliográfica

A continuación se pasan a detallar los distintos aspectos concernientes a los artículos revisados.

1) DeepIrisNet: DEEP IRIS REPRESENTATION WITH APPLICATIONS IN IRIS RECOGNITION AND CROSS-SENSOR IRIS RECOGNITION

En este paper se propone un modelo basado en redes neuronales convolucionales profundas (DCNN), tomando las siguientes consideraciones

- Se optimizan pesos utilizando SGD y Backpropagation
- Se utilizan imágenes en escala gris de 128x128, sin data augmentation
- Para cada época se selecciona modelo con menos error en conjunto validación

A continuación se adjuntan figuras donde se detallan ambas arquitecturas de red implementadas

Para implementar el modelo se utilizaron dos conjuntos de datos públicos

- ND-iris-0405: Contiene 64980 imágenes de 356 sujetos distintos. Las imágenes fueron capturadas con cámara LG2200
- ND-CrossSensor- Iris-2013: En esta base de datos se poseen 29986 imágenes tomados con cámara LG4000, y 116564 imágenes tomadas con cámara LG2200. La mayoría de los sujetos son distintos

Ahora para generar los conjuntos test y train se etiquetan imágenes como izquierda y derecha (figura 1). A continuación, las bases de datos se dividen en 2 partes: Part1 y Part2 con etiquetas de clase separadas. La Parte 1 se crea para generar entrenamientos y conjuntos de validación que se utilizan para la selección de modelos, y la Parte 2 se utiliza para crear conjuntos de prueba, es decir, para informes de rendimiento. El número de imágenes de diferentes temas en las bases de datos no está distribuido de manera uniforme, es decir, algunos

Name	Type/Kernel/Stride	Output size	#params
Conv1	Convolution /5×5/1	124x124x32	0.8k
BN1	Batch Normalization	124x124x32	
Conv2	Convolution /3×3/1	122x122x64	18k
Pool1	Max-Pooling /2×2/2	61x61x64	
BN2	Batch Normalization	61x61x64	
Conv3	Convolution /3×3/1	59x59x128	73k
BN3	Batch Normalization	59x59x128	
Conv4	Convolution /3×3/1	59x59x192	221k
Pool2	Max-Pooling /2×2/2	29x29x192	
BN4	Batch Normalization	29x29x192	
Conv5	Convolution /3×3/1	27x27x256	442k
BN5	Batch Normalization	27x27x256	
Conv6	Convolution /3×3/1	25x25x320	737k
Pool3	Max-Pooling /2×2/2	12x12x320	
BN5	Batch Normalization	12x12x320	
Conv7	Convolution /3×3/1	10x10x480	1382k
BN7	Batch Normalization	10x10x480	
Conv8	Convolution /3×3/1	8x8x512	2212k
Pool4	Max-Pooling /2×2/2	4x4x512	
BN8	Batch Normalization	4x4x512	
FC9	Fully Connected	4096	33558k
Drop10	Dropout-(50%)		
FC11	Fully Connected	4096	16781k
Drop12	Dropout-(50%)		
FC13	Fully Connected	#classes	
Cost14	Softmax		

Fig. 1. DCNN tipo A.

Name	Type/Kernel/Stride	Output	#params
Conv1-BN1-Conv2-pool1-BN2-Conv3-BN3-Conv4-Pool2-BN4-Conv5 (Conv1 to Conv5 is same as in DeepIrisNet-A)			
Pool3	Max-Pooling/2×2/2	13x13x256	
BN5	Batch Normalization	13x13x256	
Inception6			
	#1x1-128,#3x3-192,#5x5-96, #3x3reduce-64, #5x5reduce-32 pool-avg, #proj-64	13x13x480	380k
BN6			
	Batch Normalization	13x13x480	
Inception7			
	#1x1-192,#3x3-208,#5x5-48, #3x3reduce-96, #5x5reduce-48 pool-max(2), #proj-64	6x6x512	364k
BN7	Batch Normalization	6x6x512	
Pool4	Max-Pooling/2×2/2	3x3x512	
FC8	Fully Connected	4096	18878k
Drop9	Dropout-(50%)		
FC10	Fully Connected	4096	16781k
Drop11	Dropout-(50%)		
FC12	Fully Connected	#classes	
Cost13	Softmax		

Fig. 2. DCNN tipo B.

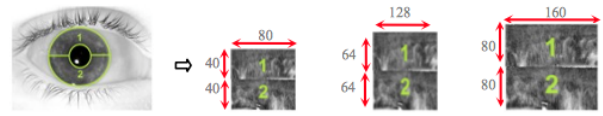


Fig. 3. Tratamiento de imágenes.

Se realizan distintos experimentos, cuyos resultados se exponen a continuación

	Exp1	Exp2	Exp6	Exp7
DeepIrisNet-A	97.31	96.97	97.87	96.68
DeepIrisNet-B	97.42	96.85	97.90	97.78

Fig. 4. Variación en tipo de conjunto de entrenamiento.

	Val. Accuracy (%)	VR at FAR 0.1 (%)
DeepIrisNet-A (Exp1)	98.70	97.31
Removal of Conv3 and Conv4	97.87	96.80
Removal of Conv7 and Conv8	98.04	96.16
FC9 and FC11 with 2048 units	98.18	96.24
FC9 and FC11 with 8192 units	98.78	97.02

Fig. 5. Resultado en el análisis del tamaño de la red.

	-8	-6	-4	-2	0	+2	+4	+6	+8
DeepIrisNet-A	94.07	96.01	96.35	97.20	97.31	97.17	96.40	96.00	94.45
Baseline	58.12	68.02	76.09	81.21	87.35	81.01	75.31	68.07	58.78

Fig. 6. Resultado al rotar la imagen.

sujetos tienen una gran cantidad de imágenes y algunos tienen muy pocos iris. Se clasifican las identidades por el número de imágenes y las identidades que contienen un mayor número de imágenes se asignan a la Parte 1 y las que contienen menos imágenes se asignan a la Parte 2. La Parte 2 se divide en 2 partes: Consulta y target. Las imágenes en el conjunto de target representan imágenes conocidas por el sistema y las imágenes en el conjunto de consulta representan imágenes desconocidas presentadas al sistema para su reconocimiento. Para admitir el problema de coincidencia de pares invisibles, alrededor del 50% de las identidades en el conjunto de consultas son diferentes (únicas) del conjunto de target.

Para la evaluación del desempeño, las precisiones se informan utilizando ROC y tasa de verificación (VR). Las precisiones se calculan utilizando conjuntos de consultas y objetivos creados en el experimento respectivo. Además para segmentación del iris ocupan software libre Osiris v4.1

	80x80	128x128	160x160
DeepIrisNet-A	93.79	97.31	97.10
DeepIrisNet-B	94.17	97.12	97.23

Fig. 7. Resultados al variar dimensiones de imagen.

2) A NOVEL APPROACH TO CIRCULAR EDGE DETECTION FOR IRIS IMAGE SEGMENTATION

Se utiliza una nueva metodología en la segmentación del iris, en donde utilizando el hecho que el iris tiene una intensidad color distinta a la de resto del ojo. En cuanto al algoritmo utilizado, se implementa la transformada de Hough circular con el fin de extraer tanto el radio como el centro de la pupila y el iris. Esto se hace de la siguiente manera, por ejemplo se toma un pixel en (x,y) . Luego

$$(x - a)^2 + (x - b)^2 = r^2 \quad (1)$$

En donde el punto máximo en el espacio de Hough correspondiera en el radio y centro.

El algoritmo implementado se puede resumir en los siguientes pasos

- Pasar imagen a escala gris
- Pasar imagen a blanco y negro dando un valor soporte
- Reducir ruido utilizando un filtro Gaussiano
- Aplicar detector Canny para encontrar el círculo
- Escanear vertical sobre la imagen para obtener la tangente, y de esto el radio y el centro
- Se disminuye soporte, para obtener círculo exterior
- Escanear vertical desde el centro del círculo para obtener la tangente y luego el radio
- Se reconstruyen círculo exterior e interior de los valores anteriores.

A continuación se adjunta una serie de imágenes donde se prueba el modelo.

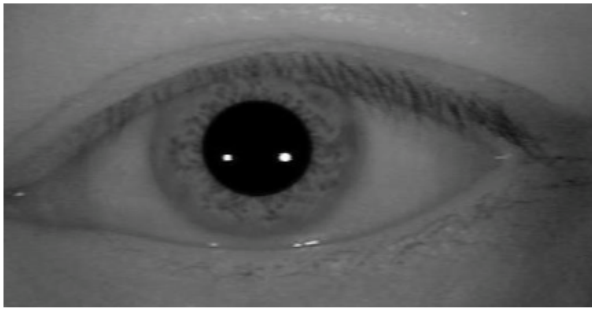


Fig. 8. Imagen de muestra.



Fig. 9. Pupila extraida de imagen muestra.

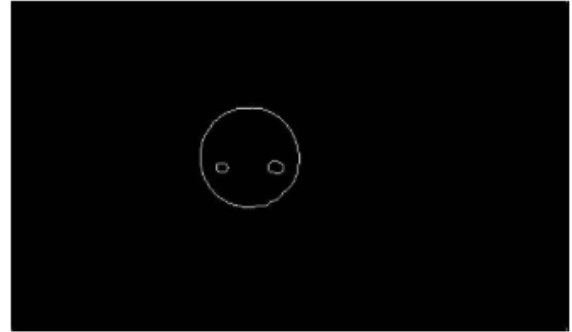


Fig. 10. Bordes de la pupila (circulo interior del iris).

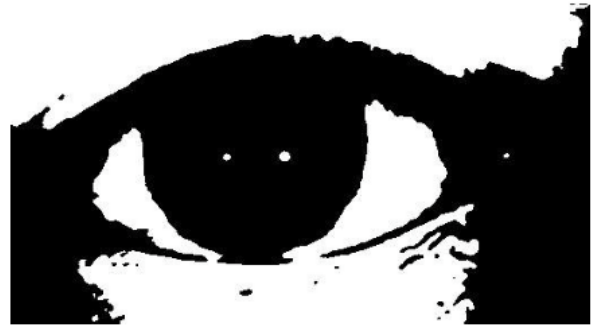


Fig. 11. Borde exterior del iris.

Como conclusiones del paper, se tiene que a partir de la figura 13, se tiene que el sector de la pupila y el iris fue detectado con éxito, lo cual puede ser útil como un paso previo a la implementación de un algoritmo para clasificar y extraer features en estas zonas de la imagen.

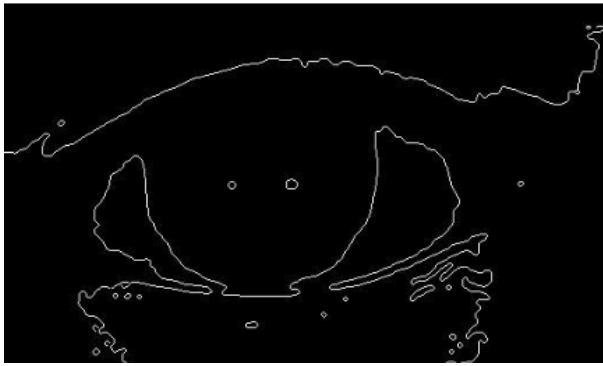


Fig. 12. Solo bordes del exterior del iris.

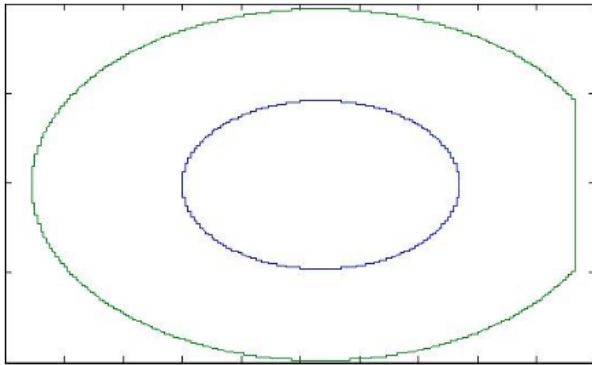


Fig. 13. Círculos exterior e interior reconstruidos.

3) FAST AND ACCURATE IRIS SEGMENTATION BASED ON LINEAR BASIS FUNCTION AND RANSAC

Este documento presenta un algoritmo de segmentación del iris que utiliza la función de base lineal y RANSAC (consenso de muestra aleatoria) que deriva iterativamente curvas finas de límite de iris a partir de puntos de límite de iris gruesos. El algoritmo consiste de tres pasos. En el paso 1, el centro grueso y el radio del iris se encuentran usando IDO (Operadores IntegroDiferenciales); en el paso 2, se localizan los puntos delimitadores del iris gruesos, y luego se construye un modelo de función de base lineal para derivar las curvas del contorno del iris gruesas a partir de los puntos del contorno; y en el paso 3, se aplica un método RANSAC para refinar las curvas de los límites del iris. El algoritmo propuesto se prueba en dos conjuntos de datos CASIA-Iris V3-Interval e IITD v1.0 y muestra la eficacia en comparación con algunos algoritmos populares.

A continuación se puede observar el funcionamiento del algoritmo implementado en este documento

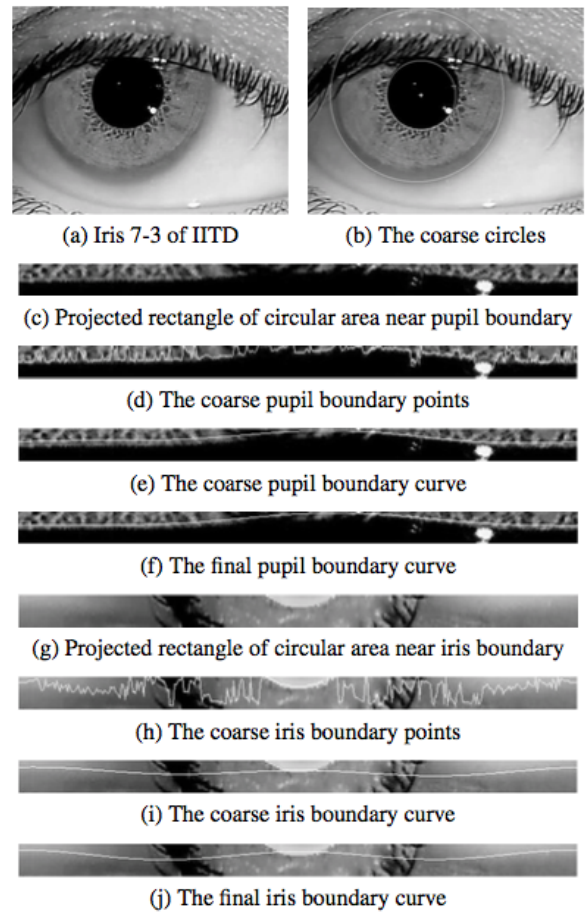


Fig. 14. Pasos del algoritmo implementado.

Los resultados obtenidos aplicando este algoritmo, son que el modelo es robusto a imágenes con iris con formas no redondas. Esto queda ejemplificado en la siguiente figura.

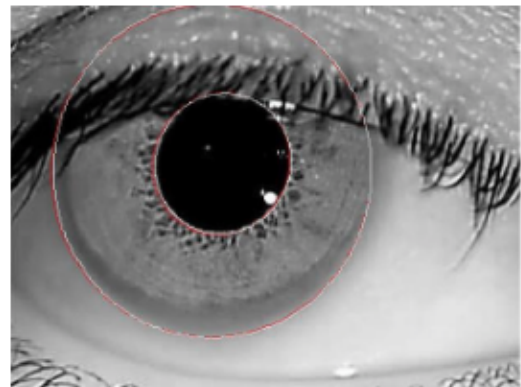


Fig. 15. Resultados de reconocimiento y segmentación con modelo de paper.

4) TRACKING AND MODELING HUMAN IRIS SURFACE DETECTION DEFORMATION

Este documento hace un acercamiento al estudio de la deformación del iris y su tracking basado en segmentación por transformada de Hough para determinar el centro y el radio del iris. Luego de esto se propone un análisis de texturas basado en LBP (Local Binary Pattern) y filtros Gabor variantes en magnitud y fase, siendo LBP un buen filtro ya conocido para el análisis y clasificación de texturas.

5) IRIS RECOGNITION BASED ON DYNAMIC RADIUS MATCHING OF IRIS IMAGE

Este documento hace un acercamiento simple al estudio de la variación del radio del iris. Para lograr esto se propone la representación bidimensional en base a la función continua:

$$f(x, y) = \sum_{n, m=0}^Q F(n, m) \phi(x - n, y - m)$$

$$\phi(x, y) = \frac{\sin \pi x}{\pi x} \frac{\sin \pi y}{\pi y}$$

En una escala de grises de 256 niveles. Dada la función definida por:

$$\hat{f}(r, \theta) = f(r \cos \theta, r \sin \theta)$$

Se utiliza la normalización dada por:

$$\hat{f}(r, \theta) = \sum_{k=0}^{N-1} \hat{f}(r_k, \theta) \phi_k(r), r \in R$$

Con ϕ definido por partes segun:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{r - r_{(k-1)}}{r_k - r_{(k-1)}} & si \quad r \in (r_{(k-1)}, r_k) \\ \frac{r_{(k+1)} - r}{r_{(k+1)} - r_k} & si \quad r \in (r_k, r_{(k+1)}) \\ 0 & si \quad / \end{cases} \quad (2)$$

III. METODOLOGÍA

En cuanto a una de las metodologías a utilizar durante el semestre se tiene que se implementara dos acercamientos al problema

- 1) Extracción de features
- 2) Modelos DCNN y/o RNN

Esto es, primero se puede buscar la extracción de features de las imágenes para su posterior uso, ya sea como sistema de detección autónomo, o como para servir como inputs a una red neuronal. Existen muchos usos y arquitecturas actualmente de redes neuronales, en donde cobran especial importancia en el análisis de imágenes redes convolucionales y actualmente, rede recurrente. Durante el semestre se buscará crear un sistema mixto basado en ambas arquitecturas.

IV. RESULTADOS ESPERADOS

En cuanto a los resultados esperados, se esperan obtener resultados al menos tan buenos como los revisados en la literatura. En donde si se observan las figura 4-9, los accuracies obtenidos rondan el 97%. De esta manera, se espera que el modelo desarrollado se similar en performance a esos modelos.

Además, se espera desarrollar un modelo que utilice otro tipo de inputs, esto es, aplicar pasos previos a la imagen para que el modelo sea aun más robusto a distintas cosas como el ruido.

REFERENCES

- [1] Shashidhara H R, Dr. A R Aswath A NOVEL APPROACH TO CIRCULAR EDGE DETECTION FOR IRIS IMAGE SEGMENTATION, International Conference on Signals and Image Proc, 2016
- [2] Abhishek Gangwar, Akanksha Joshi, DeepIrisNet: DEEP IRIS REPRESENTATION WITH APPLICATIONS IN IRIS RECOGNITION AND CROSS-SENSOR IRIS RECOGNITION, 2016
- [3] Kai Wang and Yuntao Qian, FAST AND ACCURATE IRIS SEGMENTATION BASED ON LINEAR BASIS FUNCTION AND RANSAC, 2011
- [4] Songjiang, T. and Thainimit, TRACKING AND MODELING HUMAN IRIS SURFACE DETECTION DEFORMATION, 2020
- [5] P. Thumwarin, N. Chitanont, T. Matsuura, IRIS RECOGNITION BASED ON DYNAMIC RADIUS MATCHING OF IRIS IMAGE