



**Universidad
Andrés Bello**

Universidad Andrés Bello
Magíster Ciencias de la Computación
Reconocimiento de Patrones

Tarea 2

Reconocimiento de Patrones

Equipo de Trabajo
Jean Contreras Leyton

Profesor
Juan Tapia

Octubre, 2017

Tabla de Contenidos.

1.- Introducción.	2
2.- Descripción del Problema.	2
3.- Resultados.	3
3.1.- Resultados de Random Forest con Cross Validation.	3
3.2.- Mejor característica.	5
3.3.- Mejor partición.	5
3.4.- Evaluación con base de datos Test2.	5
3.5.- Método de mejora.	7
3.6.- Algoritmo de textura BSIF.	9
4.- Conclusiones.	11
5.- Referencias.	12

1.- Introducción.

En el campo de Inteligencia Artificial, hay una área denominada Machine Learning, encargada de realizar aprendizaje de máquina en base al entrenamiento y testeo de diferentes tipos de clasificadores, los que reciben un conjunto de datos codificados de alguna manera en particular, junto a una etiqueta que se desee aprender.

Uno de los tipos de datos a evaluar son las imágenes perioculares, es decir, imágenes enfocadas en los alrededores inmediatos del ojo, tal como se aprecia en la Figura 1. Estas pueden ser utilizadas para detectar género, edad, etc.



Figura 1: Imagen periocular.

2.- Descripción del Problema.

Se tiene una base de datos denominada Csiip con un total de 2004 imágenes perioculares, con 1652 hombres y 352 mujeres.

Por otro lado se tiene una base de datos obtenida manualmente, llamada Test2 con un total de 40 imágenes perioculares, con 20 hombres y 20 mujeres.

Csiip fue dividido en conjuntos de Train y Test en particiones 70/30, 60/40 y 50/50 para la siguiente información obtenida de las imágenes en escala de grises y tamaño 240x180:

- **Intensidad:** Histograma de valores de píxeles (0-255).
- **Textura:** Algoritmo *Linear Binary Pattern* (ULBP 8.1).
- **Forma:** Algoritmo de Histograma de Gradientes (HOG) de 8x8 píxeles por celda y bloques de 4x4 celdas.

Estos conjuntos fueron evaluados utilizando un clasificador Random Forest (RF) con validación cruzada de cinco grupos, cuyos resultados se despliegan en las secciones siguientes. Las etiquetas de las imágenes son 0 y 1, que corresponden a Hombre y Mujer respectivamente.

3.- Resultados.

3.1.- Resultados de Random Forest con Cross Validation.

- **Intensidad:**

	70/30			60/40			50/50		
Trees	Acc (cv)	Std (cv)	Acc (test)	Acc (cv)	Std (cv)	Acc (test)	Acc (cv)	Std (cv)	Acc (test)
100	0,818076	0,024481	0,843854	0,811950	0,020857	0,847880	0,808343	0,040205	0,831337
200	0,818798	0,020255	0,843854	0,811950	0,019314	0,846633	0,812348	0,033990	0,831337
300	0,818081	0,021807	0,843854	0,812784	0,017140	0,844140	0,812348	0,031100	0,833333
400	0,818083	0,019830	0,845515	0,813617	0,017791	0,844140	0,812343	0,039290	0,832335
500	0,817369	0,020645	0,847176	0,811117	0,018816	0,846633	0,813343	0,038380	0,835329
600	0,818795	0,020891	0,847176	0,813613	0,018020	0,849127	0,814333	0,040167	0,832335
700	0,818795	0,020891	0,845515	0,811117	0,019000	0,849127	0,812343	0,036413	0,834331
800	0,818795	0,020891	0,845515	0,812787	0,015617	0,846633	0,813338	0,037758	0,836327
900	0,819512	0,019239	0,843854	0,814454	0,014810	0,845387	0,810343	0,037030	0,834331
1000	0,819509	0,020036	0,847176	0,812787	0,017090	0,846633	0,811343	0,036395	0,835329

Tabla 3.1.1: Resultados Intensidad (70/30 - 60/40 - 50/50), con accuracy para cross validation, desviación estándar de cross validation y accuracy de testing. En naranja se destacan los mejores resultados por partición y en amarillo el mejor resultado.

- **Textura (ULBP 8.1):**

	70/30			60/40			50/50		
Trees	Acc (cv)	Std (cv)	Acc (test)	Acc (cv)	Std (cv)	Acc (test)	Acc (cv)	Std (cv)	Acc (test)
100	0,836637	0,014605	0,870432	0,839423	0,009540	0,874065	0,834308	0,034073	0,870259
200	0,844479	0,017217	0,870432	0,840246	0,011013	0,871571	0,836323	0,032957	0,862275
300	0,845188	0,019337	0,873754	0,836933	0,012244	0,877805	0,837313	0,034909	0,870259
400	0,843050	0,019383	0,875415	0,837752	0,010465	0,875312	0,833318	0,033626	0,871257
500	0,845905	0,017340	0,877076	0,844409	0,010964	0,877805	0,834313	0,035616	0,869261
600	0,843043	0,022583	0,875415	0,841912	0,013372	0,872818	0,837308	0,035372	0,866267
700	0,845193	0,016455	0,872093	0,842746	0,012385	0,874065	0,838313	0,035043	0,873253
800	0,847336	0,014412	0,875415	0,840252	0,010602	0,879052	0,837308	0,037270	0,871257
900	0,844476	0,018930	0,873754	0,841082	0,010888	0,875312	0,837313	0,034909	0,866267
1000	0,846614	0,019782	0,872093	0,840242	0,015273	0,876559	0,836313	0,035599	0,870259

Tabla 3.1.2: Resultados Textura (70/30 - 60/40 - 50/50), con accuracy para cross validation, desviación estándar de cross validation y accuracy de testing. En naranja se destacan los mejores resultados por partición y en amarillo el mejor resultado.

- **Forma (HOG):**

	70/30			60/40			50/50		
Trees	Acc (cv)	Std (cv)	Acc (test)	Acc (cv)	Std (cv)	Acc (test)	Acc (cv)	Std (cv)	Acc (test)
100	0,843060	0,016154	0,862126	0,842749	0,013390	0,865337	0,836284	0,035600	0,854291
200	0,844489	0,012291	0,862126	0,834423	0,015842	0,870324	0,842284	0,033555	0,851297
300	0,848055	0,012898	0,863787	0,837763	0,009241	0,871571	0,842274	0,030195	0,855289
400	0,845203	0,013846	0,857143	0,844419	0,013381	0,866584	0,832308	0,031877	0,857285
500	0,842344	0,016088	0,868771	0,843582	0,011790	0,865337	0,846274	0,028593	0,852295
600	0,843780	0,010406	0,863787	0,840256	0,012886	0,866584	0,845279	0,027814	0,855289
700	0,847339	0,014566	0,863787	0,840252	0,010909	0,865337	0,845274	0,030234	0,855289
800	0,845913	0,014910	0,860465	0,839426	0,011742	0,865337	0,842284	0,030785	0,855289
900	0,844484	0,016113	0,862126	0,839423	0,011794	0,866584	0,843269	0,029378	0,858283
1000	0,845198	0,014953	0,863787	0,838596	0,010081	0,869077	0,844269	0,029674	0,856287

Tabla 3.1.3: Resultados Forma (70/30 - 60/40 - 50/50), con accuracy para cross validation con su desviación estándar y accuracy de testing. En naranja se destacan los mejores resultados por partición y en amarillo el mejor resultado.

Accuracy por cada característica y partición

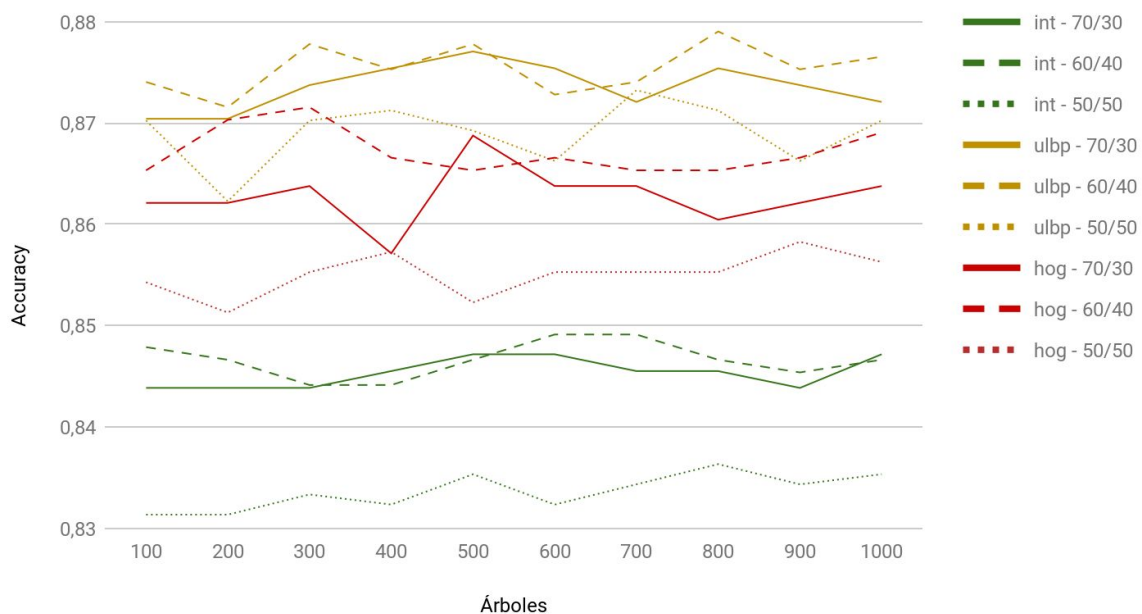


Gráfico 3.1.1: Resumen resultados accuracy para tablas 3.1.1, 3.1.2 y 3.1.3. Donde se observa que los mejores resultados provienen de la característica ulbp y la partición 60/40.

3.2.- Mejor característica.

La mejor característica es Textura (ULBP 8.1), puesto que su accuracy es mayor al resto de características (véase Tabla 3.2.1). Por otro lado, en el Gráfico 3.1.1 de la sección anterior, el mejor desempeño es logrado por las líneas de color amarillo, es decir, las que utilizaron la característica ULBP 8.1.

	70/30	60/40	50/50
Intensidad	0,847176	0,849127	0,836327
Textura	0,877076	0,879052	0,873253
Forma	0,868771	0,871571	0,858283

Tabla 3.2.1: Accuracy por característica y partición, donde la mejor característica es Textura.

3.3.- Mejor partición.

La mejor partición en base al accuracy obtenido es 60/40 ya que concentra los mejores valores de accuracy (véase Tabla 3.3.1). Por otro lado, en el Gráfico 3.1.1 de la sección anterior, el mejor desempeño es logrado por las líneas segmentadas, es decir, las que utilizaron la partición 60/40.

	70/30	60/40	50/50
Intensidad	0,847176	0,849127	0,836327
Textura	0,877076	0,879052	0,873253
Forma	0,868771	0,871571	0,858283

Tabla 3.3.1: Accuracy por característica y partición, donde la mejor partición es 60/40.

3.4.- Evaluación con base de datos Test2.

La clasificación de la base de datos Test2, posee resultados muy interesantes. Por un lado, para todas las combinaciones de características y particiones (a excepción de Intensidad - 50/50) se realiza una clasificación correcta del 100% de los hombres y una clasificación incorrecta del 100% de las mujeres. Lo que podría indicar un sobreentrenamiento dada la distribución de Csip, con 1652 (83%) hombres y 352 (17%) mujeres, a diferencia del conjunto Test2 con una distribución del 50% para cada clase.

En el caso de Forma - 60/40 (véase Tabla 3.4.2) La mayoría de accuracy se encuentra entre 0.47 y 0.525, pero al usar 100 árboles mejora levemente a 0.57.

Dados los resultados expuestos anteriormente, se podría decir que la mejor partición es 60/40 y la mejor característica es Textura (ULBP 8.1) ya que es donde se obtienen los accuracy más altos.

- **Intensidad:**

		70/30			60/40			50/50	
Trees	Acc (cv)	Std (cv)	Acc (test)	Acc (cv)	Std (cv)	Acc (test)	Acc (cv)	Std (cv)	Acc (test)
100	0,815938	0,023575	0,500000	0,812790	0,015123	0,500000	0,813338	0,039060	0,500000
200	0,819509	0,020036	0,500000	0,815277	0,017087	0,500000	0,813343	0,035850	0,500000
300	0,818086	0,019552	0,500000	0,813613	0,018020	0,500000	0,813338	0,037758	0,500000
400	0,816655	0,021992	0,500000	0,814447	0,019334	0,500000	0,814343	0,035951	0,500000
500	0,818083	0,020086	0,500000	0,813620	0,015012	0,500000	0,816328	0,038660	0,500000
600	0,816655	0,021523	0,500000	0,809457	0,017797	0,500000	0,812343	0,039290	0,500000
700	0,818081	0,021453	0,500000	0,811954	0,017780	0,500000	0,812338	0,036172	0,500000
800	0,819509	0,020414	0,500000	0,810290	0,017228	0,500000	0,812343	0,038777	0,500000
900	0,818798	0,019615	0,500000	0,811954	0,016370	0,500000	0,814343	0,035391	0,500000
1000	0,817367	0,022093	0,500000	0,811954	0,017975	0,500000	0,814333	0,039666	0,500000

Tabla 3.4.1: Resultados Intensidad (70/30 - 60/40 - 50/50), con accuracy para cross validation con su desviación estándar y accuracy de testing. En naranja se destacan los mejores resultados por partición y en amarillo el mejor resultado.

- **Textura (ULBP 8.1):**

		70/30			60/40			50/50	
Trees	Acc (cv)	Std (cv)	Acc (test)	Acc (cv)	Std (cv)	Acc (test)	Acc (cv)	Std (cv)	Acc (test)
100	0,843048	0,019526	0,525000	0,841086	0,009828	0,575000	0,836313	0,031926	0,500000
200	0,843050	0,018017	0,525000	0,842749	0,009484	0,500000	0,837313	0,031947	0,475000
300	0,843762	0,019045	0,500000	0,841089	0,008650	0,475000	0,835308	0,037072	0,500000
400	0,844476	0,018104	0,500000	0,840242	0,013842	0,500000	0,838308	0,034504	0,475000
500	0,843055	0,015713	0,525000	0,841079	0,012418	0,475000	0,838308	0,034504	0,525000
600	0,842336	0,018774	0,500000	0,842742	0,014488	0,500000	0,838308	0,035895	0,500000
700	0,843760	0,020478	0,525000	0,840252	0,008814	0,525000	0,836313	0,035599	0,500000
800	0,845191	0,017812	0,500000	0,841079	0,011846	0,525000	0,839308	0,032984	0,525000
900	0,844471	0,021362	0,500000	0,843568	0,015051	0,500000	0,838308	0,034504	0,500000
1000	0,847326	0,020597	0,500000	0,843572	0,013565	0,525000	0,838313	0,035043	0,500000

Tabla 3.4.2: Resultados Textura (70/30 - 60/40 - 50/50), con accuracy para cross validation con su desviación estándar y accuracy de testing. En naranja se destacan los mejores resultados por partición y en amarillo el mejor resultado.

- **Forma (HOG):**

		70/30			60/40			50/50	
Trees	Acc (cv)	Std (cv)	Acc (test)	Acc (cv)	Std (cv)	Acc (test)	Acc (cv)	Std (cv)	Acc (test)
100	0,846629	0,012972	0,500000	0,836926	0,013409	0,500000	0,841269	0,031814	0,500000
200	0,844487	0,014597	0,500000	0,841916	0,010730	0,500000	0,844284	0,033535	0,500000
300	0,844489	0,012297	0,500000	0,844412	0,010247	0,500000	0,839279	0,035040	0,500000
400	0,843775	0,012675	0,500000	0,841093	0,010730	0,500000	0,842279	0,030493	0,500000
500	0,844484	0,016733	0,500000	0,844416	0,011474	0,500000	0,840274	0,028952	0,500000
600	0,844487	0,015280	0,500000	0,841919	0,012752	0,500000	0,844274	0,029132	0,500000
700	0,843772	0,013669	0,500000	0,840252	0,014693	0,500000	0,838294	0,030124	0,500000
800	0,847344	0,012845	0,500000	0,840256	0,010856	0,500000	0,840279	0,032170	0,500000
900	0,846629	0,013549	0,500000	0,841086	0,012863	0,500000	0,838294	0,033700	0,500000
1000	0,846629	0,011951	0,500000	0,840259	0,012031	0,500000	0,837289	0,030003	0,500000

Tabla 3.4.3: Resultados Forma (70/30 - 60/40 - 50/50), con accuracy para cross validation con su desviación estándar y accuracy de testing. En naranja se destacan los mejores resultados por partición y en amarillo el mejor resultado.

3.5.- Método de mejora.

Para mejorar los resultados de clasificación se seleccionó la mejor partición correspondiente a **60/40**. Luego se aplicaron tres tipos de filtro (kernels) a las imágenes y por último se les aplicó la mejor característica, que en este caso es ULBP 8.1. Los filtros seleccionados se aprecian en la Figura 3.5.1 y los resultados de clasificación en la Tabla 3.5.1.

Los resultados indican que para Csip la suma de los tres kernels obtiene un accuracy mayor al de Textura, mientras que para Test2 el kernel Sharpen alcanza el valor de textura. Por lo que la implementación de esta mejora si obtiene mejores resultados.

60/40	Acc (Csip)	Acc (Test2)
Textura (best)	0,879052	0,575000
Edges	0,877805	0,550000
Sharpen	0,874065	0,575000
Emboss	0,875312	0,575000
Edges+Sharpen+Emboss	0,880299	0,525000

Tabla 3.5.1: Resultados de accuracy para Edge, Sharpen y Emboss para partición 60/40. El kernel Sharpen obtiene los mejores resultados de Test2 con respecto a Textura, mientras que la suma de los tres kernels obtiene los mejores resultados en Csip, superando incluso a Textura.

Edges:

Obtención de bordes.



Sharpen:

Diferencias de pixeles adyacentes.



Emboss:

Diferencias de pixeles desde esquina superior izquierda a esquina inferior derecha.



Figura 3.5.1: Aplicación de filtros (kernels) para una imagen del conjunto Test2 mediante convolución.

3.6.- Algoritmo de textura BSIF.

Se aplicaron los 60 filtros para cada una de las fotos de ambas bases de datos y se realizó clasificación para 500 árboles y partición **60/40**. Los resultados obtenidos de los mejores 10 filtros ordenados de mayor a menor se aprecian en la Tabla 3.6.1 y Tabla 3.6.2 para evaluación de base de datos Csp y Test2 respectivamente.

60/40 - Trees = 500	Acc (cv)	Std (cv)	Acc (test)
9x9_6bit	0,860225	0,009467	0,895262
11x11_9bit	0,853575	0,004142	0,894015
9x9_8bit	0,855235	0,010056	0,892768
11x11_10bit	0,860232	0,011371	0,891521
7x7_8bit	0,869378	0,007833	0,891521
11x11_7bit	0,872718	0,005511	0,890274
13x13_7bit	0,861062	0,013614	0,890274
7x7_7bit	0,865218	0,005155	0,890274
15x15_7bit	0,859402	0,010647	0,889027
11x11_11bit	0,856072	0,010065	0,887781

Tabla 3.6.1: Resultados de accuracy para los mejores diez filtros, evaluando con Csp.

		Test2	
60/40 - Trees = 500	Acc (cv)	Std (cv)	Acc (test)
3x3_6bit	0,841929	0,006963	0,675000
5x5_12bit	0,841919	0,006161	0,625000
11x11_11bit	0,855235	0,009365	0,600000
11x11_12bit	0,851075	0,007271	0,600000
13x13_10bit	0,844419	0,011736	0,600000
15x15_11bit	0,833600	0,013551	0,600000
3x3_5bit	0,836940	0,008022	0,600000
5x5_11bit	0,850246	0,010900	0,600000
7x7_11bit	0,858568	0,009105	0,600000
9x9_11bit	0,856902	0,006817	0,600000

Tabla 3.6.2: Resultados de accuracy para los mejores diez filtros, evaluando con Test2.

Los resultados señalan que para Csip el mejor filtro es **9x9_6bit**, mientras que para Test2 es **3x3_6bit**, en la Figura 3.3.1 se muestran ejemplos de la aplicación de 9x9_6bit en dos imágenes distintas y en la Figura 3.3.2 la aplicación de 3x3_6bit en las mismas. En general 9x9_6bit es el filtro que genera mejores resultados.

A:



B:



Figura 3.6.1: Aplicación de filtro 9x9_6bit para dos imágenes distintas.

A:



B:



Figura 3.6.2: Aplicación de filtro 3x3_6bit para dos imágenes distintas.

En la Tabla 3.6.3 se presentan los valores de accuracy de cada una de las técnicas utilizadas, para la evaluación con la base de datos Csip y Test2, dando mejores resultados los filtros 9x9_6bit y 3x3_6bit correspondientes, por lo que la implementación de Bsif mejora levemente los resultados del resto.

60/40 - Csip	Acc (test)	60/40 - Test2	Acc (test)
9x9_6bit	0,895262	3x3_6bit	0,675000
Intensidad	0,849127	Intensidad	0,500000
Textura	0,879052	Textura	0,575000
Forma	0,871571	Forma	0,500000
Edges	0,877805	Edges	0,550000
Sharpen	0,874065	Sharpen	0,575000
Emboss	0,875312	Emboss	0,575000
Edges+Sharpen+Emboss	0,880299	Edges+Sharpen+Emboss	0,525000

Tabla 3.6.3: Comparación accuracy utilizando distintas técnicas para Csip
donde 9x9_6bit es el mejor y para Test2 donde 3x3_6bit es el mejor.

4.- Conclusiones.

Según los datos obtenidos (Accuracy), la característica que otorga mejores resultados fue Textura (ULBP 8.1), mientras que la mejor partición de datos es 60/40. Cuyos resultados fueron:

Accuracy: 0,879052

La clasificación de la base de datos Test2, el desempeño del clasificador bajó a un 0,5 de accuracy promedio, lo que indica un alza en la realización de errores al etiquetar, con los que la mejor característica es Textura (ULBP 8.1) y la mejor partición sigue siendo 60/40.

El hecho de que los vectores de intensidad tuviesen los peores resultados se debe a que la información asociada a la imagen es simplemente un histograma de intensidad de pixeles, por lo que imágenes con iluminación similar pero distintas características pueden ser clasificados igual, mientras que imágenes con iluminación distinta pero de iguales características pueden ser clasificados como clases distintas.

Las propuestas de mejoras de resultados de clasificación (Edges, Sharpen y Emboss) generan valores inferiores a los de Textura original, por lo que no mejoran los resultados, pero si se concatenan los vectores generados por los kernels si se da una mejora con respecto a los resultados de Textura.

La aplicación de filtros utilizando el algoritmo Bsif mejoró los resultados de clasificación para el conjunto Csip con filtro 9x9_6bit y Test2 con filtro 3x3_6bit, con respecto a los obtenidos por Intensidad, Textura, Forma y las mejoras.

5.- Referencias.

- Scikit-learn: Machine Learning in Python, Pedregosa *et al.*, JMLR 12, pp. 2825-2830, 2011.
- Stéfan van der Walt, Johannes L. Schönberger, Juan Nunez-Iglesias, François Boulogne, Joshua D. Warner, Neil Yager, Emmanuelle Gouillart, Tony Yu and the scikit-image contributors. **scikit-image: Image processing in Python**. PeerJ 2:e453 (2014).