



AVANCES RECIENTES EN CIENCIAS COMPUTACIONALES - CICOMP 2016



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS

CiComp² 2016

Coordinadores:

Evelio Martínez Martínez
José Ángel González Fraga
María Victoria Meza Kubo
Adrián Enciso Almanza
Everardo Gutiérrez López
Sergio Omar Infante Prieto
Omar Álvarez Xochihua



ISBN-13: 978-1540303967
ISBN-10: 1540303969

9 al 11 de noviembre de 2016
Ensenada, Baja California, México
www.cicomp.org

ISBN-13: 978-1540303967
ISBN-10: 1540303969



9 781540 303967 >

PRÓLOGO

A nombre del Comité Organizador, reciba una cordial bienvenida al Octavo Congreso Internacional en Ciencias Computacionales, CiComp 2016. Esta edición es parte de los festejos para la conmemoración del XXX aniversario de la fundación de la carrera de Licenciado en Ciencias Computacionales que se oferta en la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC).

CiComp es un foro para el entorno académico y productivo del noroeste del país, ofrece soluciones eficaces a las demandas de actualización tecnológica y es una ventana de exposición y discusión de los avances investigativos en donde se involucran estudiantes de los niveles superiores (universitario y posgrado) de las distintas ramas de las Ciencias Computacionales y en las Tecnologías de la Información.

En esta edición se recibieron un total de 124 artículos provenientes de varios Estados de la República Mexicana y 7 artículos internacionales, uno proveniente de Chile, uno de Brasil y cinco de Colombia. Después de una rigurosa evaluación, fueron aceptados 31 artículos para su presentación en modalidad oral y 32 artículos cortos para su presentación en modalidad cartel. Todos los trabajos fueron revisados en modalidad doble-ciego por un Comité de Programa Internacional, a quienes también agradecemos ampliamente su colaboración.

Los artículos y carteles presentados cubren diversas áreas de las Ciencias Computacionales, y son básicamente agrupados en las siguientes categorías principales: Cómputo Educativo, Ingeniería de Software, Procesamiento de Imágenes, Visión, Redes, Sistemas Distribuidos, Robótica, Aplicaciones Industriales, Cómputo Científico e Inteligencia Artificial.

En el Consorcio de Posgrado se presentaron nueve trabajos de estudiantes de Posgrado de diversas instituciones del país, estos trabajos seleccionados fueron evaluados por un panel de expertos.

Otra de las actividades destacadas fue el 3er. Taller de Tecnologías Emergentes en Educación (TTEE) 2016, coordinado por la Red Mexicana de Investigadores en Aprendizaje Móvil (ReMIAM).

A la par con la variedad de trabajos, tanto por el área de conocimiento dentro de las Ciencias Computacionales como por el lugar de origen, el intercambio de experiencias en este evento, se ve altamente fortalecido por la participación de siete conferencistas magistrales:

- Dr. Adolfo Guzmán Arenas del Instituto Politécnico Nacional, con la conferencia "Lo que en Computación nos depara el nuevo milenio".
- Susan Armstrong de la empresa Qualcomm Inc., Estados Unidos, con la conferencia "Internet of Things and Interoperability".
- David Ruiz de la empresa IBM de México, con la conferencia "Computación cognitiva".
- José Ignacio Castillo Velázquez, Consultor de TIC, Datacenter Dynamics, con la conferencia "La seguridad cibernética: Orígenes y tendencias".
- Rodolfo Ceseñan Solano, de Back Track Academy con la conferencia "Seguridad informática conceptos y pruebas de hackeo".
- Walter Rudametkin, de University of Lille, Francia, con la conferencia "Huella de navegador: un método para rastrear sin uso de cookies".
- Carlos Toxtli Hernández de West Virginia University, Estados Unidos, con la conferencia "Programación del futuro, predicción a 10 años".

También se contó con el panel de discusión: "*El camino a la inserción laboral en TI*". El panel orientó una discusión acerca de las competencias que deben desarrollar estudiantes, egresados y profesionistas de las carreras relacionadas con las Tecnologías de Información de manera que satisfagan las necesidades actuales de la industria. En esta mesa participaron directores y jefes de departamento en informática y tecnologías de Información de empresas de Tijuana y Mexicali: Ing. Sergio Colunga, CIO FAPSA; Ing. Gustavo Carreño, CIO Hermosillo y Asociados; Ing. Alberto Basurto, CIO Grupo Caliente; Lic. Mario Mora, COO Smart Mobility Enterprise de México y Lic. Jorge García, gerente de IBM.

El desarrollo de los Talleres tuvo una gran aceptación entre los asistentes, este año se impartieron trece tutoriales con diversas temáticas:

1. *Seguridad Ofensiva en Redes Locales*, impartido por Rodolfo Ceceña Solano de BackTrack Academy.
2. *Creando Soluciones con Beacons*, impartido por Gilberto Borrego Soto de Sahuaro Labs.
3. *Desarrollo de Aplicaciones móviles multiplataforma con PhoneGap*, impartido por Roberto A. Romero de BlueMeky.
4. *Procesamiento de imágenes en un procesador gráfico usando OpenCV*, impartido por Juan José Tapia Armenta de Citedi-IPN.
5. *Git en un día*, impartido por Pedro Martín del Campo.
6. *Desarrollo de Sitios Web con Jekyll sobre Github*, impartido por Walter Rudametkin de la Université de Lille, France.
7. *Desarrollo de videojuegos con UNITY*, impartido por Sergio Omar Infante Prieto de la FIAD-UABC.
8. *Desarrolla y vende tus proyectos con eCommerce*, impartido por Luis Monge de la FIAD-UABC.
9. *Desarrollo de aplicaciones móviles con iOS*, impartido por Alejandro González Sarabia .
10. *Desarrollo de Sitios Web con WordPress*, impartido por Felipe Cabada Arizmendi del ITSon
11. *Python como herramienta para cómputo científico*, impartido por Favio Medrano de CICESE
12. *PhotoShop*, impartido por Verónica Ortiz Pacheco y Alan Rogelio Villareal.
13. *Desarrollo de videojuegos sin código*, por William Paul Reynoso Álvarez.

CiComp no hubiera sido posible sin la dedicación y apoyo de un gran número de personas. En especial, agradecemos el apoyo de los siguientes directores ya que hicieron posible la nutrida asistencia al congreso: Dr. Juan Crisóstomo Tapia Mercado, Facultad de Ciencias; Dr. Juan Iván Nieto Hipólito, Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño (FIAD, Ensenada),; Dr. Luis Enrique Palafox Maestre, Facultad de Ingeniería y Ciencias Químicas (FCQI, Tijuana), y Dr. Daniel Hernández Balbuena, Facultad de Ingeniería (FI, Mexicali).

Agradecemos a todos aquellos que sometieron sus artículos a revisión, si no nos pudieron acompañar esta ocasión los esperamos en el próximo evento. De manera especial agradecemos a los miembros del Comité de Programa por las atentas y constructivas revisiones de los trabajos.

Agradecemos a todos los participantes del Comité de Organización de las diferentes Facultades, profesores, estudiantes y administrativos, quienes de gran manera hicieron posible este evento. Un reconocimiento y agradecimiento especial a la Universidad Autónoma de Baja California por el apoyo brindado en la realización de la presente edición de CiComp 2016.

Finalmente, agradecemos a todos los ponentes y asistentes al congreso por su comprometida participación, ya que son ustedes los que hicieron que ésta y las futuras emisiones de CiComp sean el foro más importante de la región en los diversos tópicos de las Tecnologías de la Información.

Ensenada, Baja California, noviembre de 2016

Evelio Martínez Martínez,
José Ángel González Fraga,
María Victoria Meza Kubo,
Adrián Enciso Almanza,
Everardo Gutiérrez López,
Sergio Omar Infante Prieto,
Omar Álvarez Xochihua.

Pirámide de Escalas Utilizando Transformada Wavelet

Carolina Barajas García, Selene Solorza Calderón
Facultad de Ciencias
UABC
Ensenada, B.C., México
cbarajas@uabc.edu.mx, selene.solorza@gmail.com

Resumen— En este trabajo se presenta una modificación del sistema digital de reconocimiento de patrones Scale Invariant Feature Transform (SIFT), la cual consiste en cambiar la función gaussiana utilizada en SIFT para generar la pirámide de escalas por la transformada wavelet de Haar. Los resultados muestran que el sistema modificado detecta un 33% menos de puntos clave, lo cual genera un sistema con menor costo computacional, además se obtiene un incremento del 11.46% en la cantidad de puntos correctos detectados del total de puntos clave obtenidos.

Palabras clave—SIFT, wavelets, pirámide de escalas.

I. INTRODUCCIÓN

Desde mediados del siglo pasado, la extracción de características a una imagen ha sido un área activa en el campo del reconocimiento de patrones. Una característica es una pieza de información que es relevante para la resolución, mediante imágenes digitales, de alguna tarea computacional específica. Las características pueden ser estructuras en la imagen: como puntos, bordes u objetos. Un ejemplo de estos son los descriptores de rasgos locales SIFT (por sus siglas en inglés: Scale Invariant Feature Transform), introducidos por D. G. Lowe en 2004 [1, 2]. Los sistemas de reconocimiento de patrones SIFT son invariantes a traslación, escala y rotación angular, pero se ha demostrado que en presencia de poco ruido su eficiencia decae notoriamente [3, 4], además, aunque se han propuesto varios algoritmos para reducir el costo computacional de SIFT, éste sigue empleando un tiempo considerable como para ser aplicado a problemas de tiempo real.

En 2012, Zhang y colaboradores [5] propusieron un algoritmo llamado AHWT- SIFT (A Haar Wavelet Transform-SIFT), el cual es una alternativa para reducir el costo computacional de SIFT. El sistema AHWT-SIFT aplica a la imagen la transformada wavelet de Haar, después se eliminan las altas frecuencias y la imagen resultante se introduce al algoritmo SIFT, de esta manera se eliminan datos que no son necesarios. Aunque el tiempo del sistema se reduce considerablemente, se siguen manteniendo otros problemas de SIFT: no trabaja con imágenes que presentan ruido, iluminación no homogénea o variaciones azimutales.

Una propuesta prometedora, es la de construir sistemas de reconocimiento de patrones híbridos entre las técnicas SIFT y las transformadas wavelets, generar un sistema más eficiente y con menor costo computacional al aprovechar las ventajas que proporciona las transformadas wavelets, como realce de bordes, eliminación de ruido, análisis de multiresolución. En este trabajo se propone cambiar la pirámide de escalas gaussiana que utiliza SIFT por una pirámide de escalas utilizando la transformada wavelet. En la sección II se presenta el sistema de reconocimiento de patrones SIFT. La sección III trata sobre las transformadas wavelet. La sección IV presenta la construcción de la pirámide de escalas utilizando la transformada wavelet de Haar. Los resultados obtenidos se muestran en la sección V. Finalmente, las conclusiones están dadas en la sección VI.

II. SIFT

SIFT es un sistema de reconocimiento de patrones basado en extracción de características, el cual detecta puntos clave en una imagen de referencia, estos puntos servirán para compararlos con los puntos clave de una imagen problema. Este sistema consta de cuatro etapas principales:

A. Detección de extremos en el espacio-escala.

La detección de los puntos que son invariantes a escala se logra mediante la búsqueda de características estables en una pirámide de escalas, para esto se utiliza una función de escala continua, por ejemplo D.G. Lowe [1] utiliza la función gaussiana. El espacio-escala de una imagen se define como una función $L(x,y,\sigma)$ que se produce a partir de la convolución de una función gaussiana, $G(x,y,\sigma)$, con una imagen de entrada $I(x,y)$, esto es

$$L(x,y,\sigma) = G(x,y,\sigma) * I(x,y), \quad (1)$$

donde * es la operación de convolución, σ es el parámetro de desviación estándar y

$$G(x,y,\sigma) = (1 / 2\pi\sigma^2) \exp(-(x^2+y^2) / 2\sigma^2). \quad (2)$$

Para detectar puntos clave en el espacio-escala, D.G. Lowe utiliza la función generada a partir de una diferencia de gaussianas, ésta se calcula a partir de las diferencia de dos escalas cercanas que están separadas por un factor constante k , para después realizar la convolución con la imagen $I(x,y)$; matemáticamente esto es,

$$D(x,y,k) = (G(x,y,k\sigma) - G(x,y,\sigma)) * I(x,y) = L(x,y,k\sigma) - L(x,y,\sigma), \quad (3)$$

donde k es el factor de espacio-escala.

B. Localización de los puntos clave.

Para detectar los primeros candidatos a puntos clave en el espacio-escala, se toma un punto y se compara con sus ocho vecinos en la misma escala y con los 18 puntos equivalentes a su posición en las escalas adyacentes. Si el píxel seleccionado es el máximo o el mínimo del conjunto de los 27 puntos se toma como candidato a punto clave.

Una vez que se seleccionan todos los candidatos a puntos clave, estos tienen que pasar por un siguiente filtro, que sirve para excluir a los puntos de bajo contraste. Esto se realiza utilizando la expansión de Taylor de segundo orden a la función de espacio-escala $D(x,y,k)$. Posteriormente, se procede a eliminar los puntos que son falsos bordes, esto se hace verificando si la curvatura del punto es o no menor a un umbral predeterminado. La curvatura se calcula a partir de la matriz Hessiana de 2×2 evaluada en la ubicación y la escala del punto clave.

C. Asignación de orientación.

Ya que se tienen los puntos clave seleccionados, el siguiente paso es asignarle a cada punto una orientación, esto se lleva a cabo utilizando el histograma de gradientes orientados. Esta técnica cuenta las ocurrencias de la orientación del gradiente en las áreas donde se encuentran los puntos clave, de esta manera se puede caracterizar la apariencia de un objeto por la distribución de los gradientes o por la dirección de los bordes.

D. Emparejamiento de los puntos clave.

El último paso en el sistema de reconocimiento de patrones SIFT, es la comparación de los puntos clave de diferentes imágenes, para esto se usa la distancia euclidiana de dos vectores de puntos clave. Sea R_1 el vector de puntos clave de la imagen de referencia y sea R_2 el vector de puntos clave de la imagen problema, la distancia euclidiana se define como

$$D(i) = \| R_1(i) - R_2(j) \|, \quad (4)$$

donde $i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n$ y m, n son números naturales. El propósito de (4) es calcular la distancia euclidiana del i -ésimo punto clave de la imagen de referencia y el j -ésimo punto clave de la imagen problema. Cuando la distancia euclidiana de los dos puntos cumple con ser la distancia mínima y si la siguiente distancia más pequeña es menor que un determinado umbral, se considera que ese par de puntos coinciden.

III. TRANSFORMADA WAVELET

La transformada wavelet, o transformada de ondícula, es un tipo especial de transformada matemática que representa a una señal en términos de versiones trasladadas y escaladas de una onda finita, denominada wavelet madre. Su principal ventaja es que permite llevar a cabo un análisis a diferentes escalas o resoluciones (análisis de multiresolución), esto conlleva a que se puedan estudiar las señales en el dominio del tiempo y la frecuencia simultáneamente sin perder resolución.

A. Definición: Transformada wavelet.

Dada una función $f(t) \in L^2(\mathbb{R})$, la transformada wavelet se define como

$$W_\psi[f(a, b)] = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \overline{\psi_{a,b}(t)} dt, \quad (5)$$

donde

$$\psi_{a,b}(t) = |a|^{-\frac{1}{2}} \psi\left(\frac{t-b}{a}\right), \quad (6)$$

siendo ψ la wavelet de análisis y a, b los parámetros de escala y traslación, respectivamente.



Fig. 1. (a) Imagen de referencia I . (b) Pirámide de escalas utilizando la transformada wavelet de Haar de I .

B. Transformada wavelet de Haar.

En la wavelet de Haar el término ψ está definido como

$$\psi(t) = \begin{cases} 1, & 0 \leq t < \frac{1}{2}, \\ -1, & \frac{1}{2} \leq t < 1, \\ 0, & \text{de otra manera.} \end{cases} \quad (7)$$

Una de las propiedades de las transformadas wavelets es poder separar las altas y bajas frecuencias de una imagen. Al aplicar la wavelet de Haar en dos dimensiones, ésta separa la imagen en cuatro sub-imágenes con diferentes frecuencias: altas-altas, altas-bajas, bajas-altas, bajas-bajas. En este trabajo se utilizó la imagen de las altas-altas frecuencias.

IV. PIRÁMIDE DE ESCALAS UTILIZANDO TRANSFORMADA WAVELET

En la sección II.A se menciona como SIFT genera la pirámide gaussiana. La pirámide wavelet se genera de igual manera que la utilizada en SIFT, solamente se cambia la función gaussiana por la transformada wavelet de Haar, utilizando la imagen de las altas-altas frecuencias. La Fig. 1b muestra la pirámide de escalas (de la Fig. 1a) a cinco niveles obtenida mediante la wavelet de Haar.

V. RESULTADOS

El objetivo del trabajo es analizar el porcentaje de puntos correctos al usar la pirámide gaussiana y la pirámide wavelet, este porcentaje representa la cantidad de puntos correctos del número total de puntos detectados. Para llevar a cabo dicho análisis se utilizó una base de datos de 35 imágenes (Fig. 2), comparando cada una con una versión de la misma imagen reducida 10%, en la Fig. 3 se muestra un ejemplo del emparejamiento de puntos clave utilizando los dos sistemas. En la Tabla I se presentan los resultados obtenidos de estas pruebas, obteniendo que el sistema que utiliza la pirámide gaussiana detecta más puntos clave que el que utiliza la transformada wavelet, sin embargo al detectar más puntos se requiere más tiempo de cómputo. Tomando en consideración el porcentaje de puntos correctos, en promedio el sistema que utiliza la pirámide gaussiana tiene un 14.42% de puntos correctos, mientras que el sistema que utiliza la pirámide wavelet presenta un 25.88% de puntos correctos.

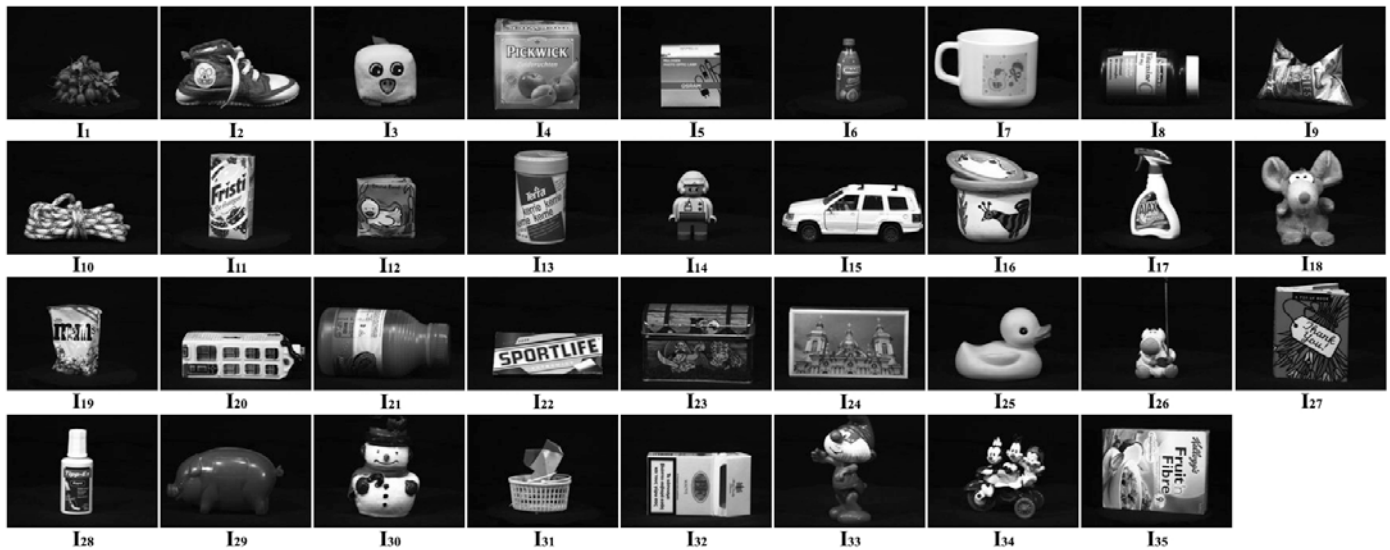


Fig. 2. Imágenes en la base de datos.

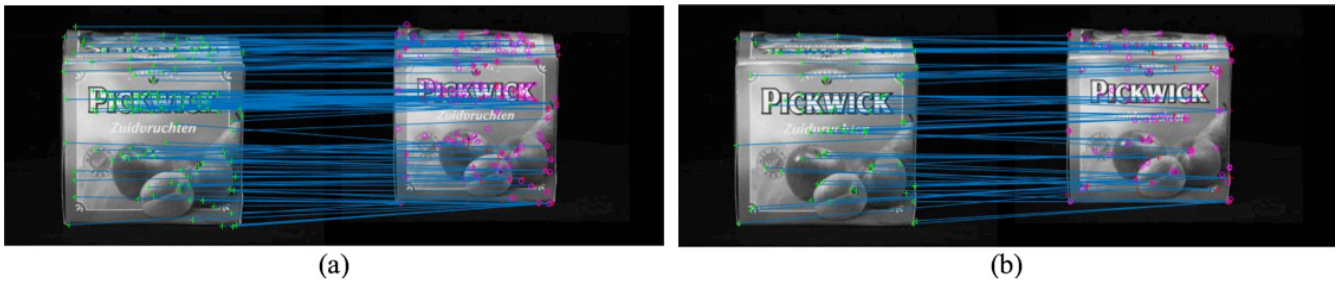


Fig. 3. Ejemplo del emparejamiento de puntos clave. (a) Sistema utilizando la pirámide gaussiana. (b) Sistema utilizando la pirámide wavelet.

TABLA I. RESULTADOS OBTENIDOS

Imagen	SIFT – pirámide gaussiana			SIFT – pirámide wavelet			Imagen	SIFT – pirámide gaussiana			SIFT – pirámide wavelet		
	#puntos totales	# puntos correctos	% correcto	#puntos totales	# puntos correctos	% correcto		#puntos totales	# puntos correctos	% correcto	#puntos totales	# puntos correctos	% correcto
I ₁	88	4	4.5%	31	7	22.6%	I ₁₉	139	20	14.4%	40	9	22.5%
I ₂	189	35	18.5%	44	13	29.5%	I ₂₀	181	17	9.4%	28	6	21.4%
I ₃	82	8	9.8%	16	4	25%	I ₂₁	92	20	21.7%	42	13	31%
I ₄	143	22	15.4%	78	22	28.2%	I ₂₂	170	7	4.1%	63	8	12.7%
I ₅	95	11	11.6%	39	11	28.2%	I ₂₃	231	30	13%	99	16	16.2%
I ₆	49	7	14.3%	12	0	0%	I ₂₄	222	24	10.9%	84	9	10.7%
I ₇	83	14	16.9%	11	4	36.4%	I ₂₅	16	4	25%	10	6	60%
I ₈	65	14	21.5%	33	8	24.2%	I ₂₆	52	10	19.2%	7	4	57.1%
I ₉	111	7	6.3%	39	6	15.4%	I ₂₇	354	24	6.7%	47	8	17%
I ₁₀	133	15	11.3%	74	10	13.5%	I ₂₈	84	8	9.5%	14	3	21.4%
I ₁₁	142	21	14.8%	49	13	26.5%	I ₂₉	58	16	27.6%	18	9	50%
I ₁₂	117	19	16.2%	47	9	19.1%	I ₃₀	94	24	25.5%	28	10	35.7%
I ₁₃	150	16	10.7%	55	19	34.5%	I ₃₁	167	10	6%	34	6	17.6%
I ₁₄	62	10	16.2%	13	4	30.8%	I ₃₂	117	19	16.2%	65	7	10.8%
I ₁₅	86	10	11.6%	42	10	23.8%	I ₃₃	63	12	19%	23	8	34.8%
I ₁₆	152	30	19.7%	43	5	11.6%	I ₃₄	105	12	11.4%	34	12	35.3%
I ₁₇	90	15	16.7%	19	4	21.1%	I ₃₅	246	36	14.6%	80	26	32.5%
I ₁₈	91	13	14.3%	21	6	28.6%							

VI. CONCLUSIONES

En este trabajo se presentó una modificación del sistema SIFT, la cual consiste en reemplazar la función gaussiana por la transformada wavelet al momento de construir la pirámide de escalas. Las pruebas arrojaron que el sistema que utiliza la pirámide wavelet detecta un 33% menos de puntos clave que el sistema original, esto implica una reducción en el costo computacional. Además, se incrementó la cantidad de puntos que son detectados correctamente, obteniendo un 25.88% contra un 14.42% que presenta el sistema original.

AGRADECIMIENTOS

Carolina Barajas-García es estudiante de doctorado en el programa MyDCI de la UABC y es apoyada con beca CONACyT.

REFERENCIAS

- [1] David G. Lowe, "Object recognition from local scale-invariant features," Computer Vision. The proceedings of the seventh IEEE international conference, vol 2, 1999, pp.1150-1157.
- [2] David G. Lowe, "Distinctive image features from scale-invariant keypoints", International Journal of Computer Vision, vol 2, 2004, pp.91-110.
- [3] Claudia Fimbres-Castro, Josué Álvarez-Borrego y Mario A. Bueno-Ibarra, "Invariant nonlinear correlation and spectral index diatoms recognition", Optical Engineering", vol 51, 2012.
- [4] Selene Solorza y Josué Álvarez-Borrego. "Position and rotation invariant pattern recognition system by binary rings masks", Journal of Modern Optics", vol 62, 2015, pp.851-864.
- [5] Mengmeng Zhang, Zeming Li, Nian Zhang, Chang, y Huihui Bai, "Adaptive feature extraction and image matching based on Haar wavelet transform and SIFT", JDCTA: International Journal of Digital Content Technology and its Applications, vol 6, 2012, pp.1-8.