

“CONACYT, desarrollando cultura de ciencia, tecnología, innovación y calidad”

PROGRAMA DE INCENTIVOS PARA LA FORMACIÓN DE DOCENTES-INVESTIGADORES

Nombre del programa de posgrado: **Doctorado Científico en Ciencias de la Computación**

Nombre de la Institución: **Facultad Politécnica, Universidad Nacional de Asunción**

Nombre del beneficiario: **Julio César Mello Román**

Título de tesis: **Esquemas Morfológicos Multiescala Basados en Operaciones de Top-Hat para Aplicaciones de Mejora y Fusión de Imágenes**

Publicaciones realizadas durante el programa:

- Revistas de alto impacto

1. **Entropy and Contrast Enhancement of Infrared Thermal Images Using the Multiscale Top-Hat Transform** (2019). Entropy (Q2- JCR; Q2 - Scimago). Doi: <https://doi.org/10.3390/e21030244>
2. **Medical image enhancement with brightness and detail preserving using multiscale top-hat transform by reconstruction** (2020). Electronic Notes in Theoretical Computer Science (Q3 - Scimago). Doi: <https://doi.org/10.1016/j.entcs.2020.02.013>
3. **Panoramic Dental Radiography Image Enhancement Using Multiscale Mathematical Morphology** (2021). Sensors (Q1- JCR; Q2 - Scimago). Doi: <https://doi.org/10.3390/s21093110>

- Congresos internacionales

1. **Top-Hat Transform for Enhancement of Aerial Thermal Images**, 2017 30th SIBGRAPI Conference on Graphics, Patterns and Images (SIBGRAPI), Oct. 2017. IEEE. Doi: <https://doi.org/10.1109/sibgrapi.2017.43>
2. **Image enhancement with preservation of brightness and details using multiscale top-hat transform**, 2019 XXII Symposium on Image, Signal Processing and Artificial Vision (STSIVA), Apr. 2019. Doi: <https://doi.org/10.1109/stsiva.2019.8730255>
3. **Fusion of infrared and visible images using multiscale morphology**, 2019 XLV Latin American Computing Conference (CLEI), Sep. 2019. Doi: <https://doi.org/10.1109/clei47609.2019.235085>
4. **Image enhancement with mean brightness preservation based on multiscale top-hat transform**, Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics, Feb. 2020. Doi: <https://doi.org/10.5540/03.2020.007.01.0392>
5. **Medical images contrast and detail enhancement using a multiscale morphological approach**, 2020 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), Jun. 2020. Doi: <https://doi.org/10.23919/cisti49556.2020.9140951>
6. **Applications of Multiscale Mathematical Morphology to Contrast Enhancement and Images Fusion**, 2020 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), Jun. 2020. Doi: <https://doi.org/10.23919/cisti49556.2020.9141132>
7. **A Multiscale Morphological Method for Visible and Infrared Images Fusion**, 2020 XLVI Latin American Computing Conference (CLEI), Oct. 2020. Doi: <https://doi.org/10.1109/clei52000.2020.00063>

Capítulos de libro

1. **REALCE DA IMAGEM COM PRESERVAÇÃO DO BRILHO MÉDIO BASADA NA TRANSFORMADA TOP-HAT MULTIESCALA**, Investigación, Construção e Difusão do Conhecimento em Matemática, pp. 245-252, Jul. 2020. Doi: <https://doi.org/10.22533/at.ed.75620160725>
2. **Color Image Enhancement Using a Multiscale Morphological Approach**, Computer Science – CACIC 2018, pp. 109–123, 2019. Doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-20787-8_8

Base de datos publicada

1. **Panoramic radiography database** (0.1) [Data set]. Zenodo. 2021. Doi: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4457648>

Vinculación a Proyectos I+D:

- Detección automática de retinopatía diabética utilizando algoritmos neuroevolutivos (PINV18-846)
- Diagnóstico automático de lesiones melanocíticas asistido por computadora (PINV18-1199)
- Diagnóstico automático de coriorretinitis por toxoplasmosis en niños utilizando técnicas de inteligencia artificial (PINV18-1293)
- Análisis de la eficiencia energética en edificios no residenciales mediante técnicas metaheurísticas y de inteligencia artificial (PINV 18-661)
- Desarrollo de un sistema de vigilancia para identificación de casos probables de COVID-19 (PINV20-129)

Vinculación docencia, tutoría o centro de investigación:

- Facultad de Ciencias Exactas y Tecnológicas, Universidad Nacional de Concepción. Concepción-Paraguay
- Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas, Universidad Nacional de Concepción. Concepción-Paraguay
- Universidad Americana. Asunción-Paraguay
- Universidad Autónoma de Asunción. Asunción-Paraguay

PROGRAMA DE INCENTIVOS PARA LA FORMACIÓN DE DOCENTES-INVESTIGADORES

Nombre del programa de posgrado: **Doctorado Científico en Ciencias de la Computación**

Nombre de la Institución: **Facultad Politécnica, Universidad Nacional de Asunción**

Nombre del beneficiario: **Julio César Mello Román**

Título de tesis: **Esquemas Morfológicos Multiescala Basados en Operaciones de Top-Hat para Aplicaciones de Mejora y Fusión de Imágenes**

RESUMEN

La transformada de Top-Hat es una operación de la morfología matemática que se utiliza en diferentes tipos de aplicaciones como la mejora de contraste, segmentación, fusión, mejora de señales, entre otros. Esta operación al ser utilizada en técnicas de mejora de contraste y fusión de imágenes visibles e infrarrojas suelen generar saturaciones, especialmente en los bordes de las imágenes a medida que crece el tamaño del elemento estructurante. Este problema se intensifica al ser utilizados en enfoques morfológicos multiescala. En este reporte se presentan nuevos enfoques morfológicos multiescala basados en la transformada de Top-Hat y su utilización en aplicaciones de mejora de contraste de imágenes digitales y fusión de imágenes. Los esquemas morfológicos han sido configurados con diferentes tipos de operaciones de Top-Hat, que luego fueron probados a diferentes tipos de imágenes digitales. Los resultados numéricos fueron evaluados con métricas objetivas y los resultados visuales en algunos casos fueron evaluados por especialistas (imágenes médicas). Las investigaciones abordadas en la tesis fueron publicadas hasta el momento en tres revistas de alto impacto y siete trabajos en congresos internacionales. Cabe destacar que en la última revista publicada los resultados de la mejora de radiografías panorámicas fueron validados por odontólogos especialistas y se disponibilizó una base de datos de radiografías panorámicas de dientes.

OBJETIVOS

- Identificar debilidades de la transformada de Top-Hat multiescala en aplicaciones de mejora de imágenes digitales.
- Proponer nuevos esquemas basados en la transformada de Top-Hat multiescala en aplicaciones de mejora de imágenes digitales.
- Evaluar los resultados de mejora de la imagen obtenidos por los nuevos esquemas utilizando métricas objetivas.
- Proponer nuevos esquemas basados en la transformada de Top-Hat multiescala en aplicaciones de fusión de imágenes.
- Evaluar los resultados de fusión de imágenes obtenidos por los nuevos esquemas utilizando métricas objetivas.

APORTES DE LA INVESTIGACIÓN

- Generalización de la transformada de Top-Hat para aplicaciones de mejora de contraste de imágenes digitales.
- Nuevos enfoques basados en la transformada de Top-Hat multiescala para aplicaciones de mejora de contraste de imágenes infrarrojas, visibles y médicas
- Nuevos enfoques basados en la transformada de Top-Hat multiescala para aplicaciones de fusión de imágenes visibles e infrarrojas.

RESULTADOS OBTENIDOS

En las Figuras 1,2,3 y 4 se muestran los resultados visuales obtenidos por los algoritmos propuestos.



Figura 1. Mejora de imágenes térmicas infrarrojas aéreas. Fuente: Entropy and Contrast Enhancement of Infrared Thermal Images Using the Multiscale Top-Hat Transform, Entropy, vol. 21, no. 3, p. 244, Mar. 2019. Doi: <https://doi.org/10.3390/e21030244>



Figura 2. Mejora de radiografías panorámicas de dientes. Fuente: Panoramic Dental Radiography Image Enhancement Using Multiscale Mathematical Morphology. *Sensors* 2021, 21, 3110. Doi: <https://doi.org/10.3390/s21093110>



Figura 3. Mejora de imágenes visibles. Panoramic Dental Radiography Image Enhancement Using Multiscale Mathematical Morphology. *Sensors* 2021, 21, 3110. Doi: <https://doi.org/10.3390/s21093110>

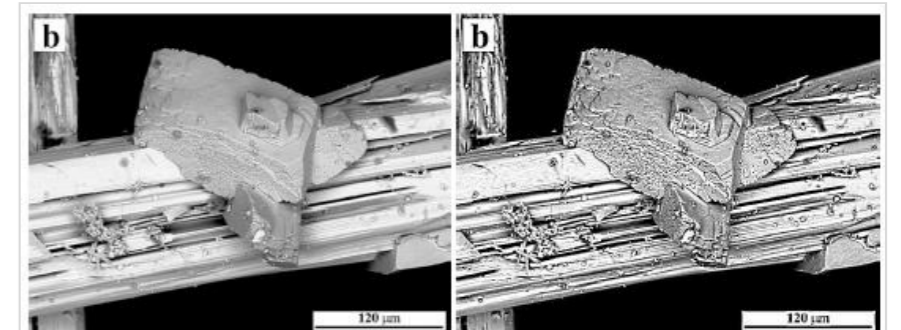


Figura 4. Mejora de imágenes de minerales. Fuente: Libro de tesis.



Figura 5. Mejora de imágenes dermatoscópicas. Fuente: Libro de tesis.



Figura 6. Fusión de imágenes visibles e infrarrojas. Fuente: Fusion of infrared and visible images using multiscale morphology, 2019 XLV Latin American Computing Conference (CLEI), Sep. 2019. Doi: <https://doi.org/10.1109/clei47609.2019.235085>

CONCLUSIÓN

Los resultados numéricos y visuales muestran imágenes médicas, visibles e infrarrojas con mejora de contraste, mejora de detalles o entropía, baja distorsión y preservación del brillo medio. Todos los resultados obtenidos fueron evaluados con métricas objetivas que suelen utilizarse para cuantificar el rendimiento de los resultados.

“Este programa de posgrado fue cofinanciado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología - CONACYT con recursos del FEEI”