



REDUCCION DE RUIDOS EN IMAGENES MEDICAS

Autor: Florez Aroni, Sussana Milagros¹ ; Hancco Condori, Mijail Aldo²

Asesor: Cruz Torres, Fred ¹

Departamento de Puno, Perú, Universidad Nacional del Altiplano - Puno

Escuela Profesional de Ingeniería Estadística e Informática

Resumen:

Objetivos: Analizar los tipos de estudios y algoritmos que mas se aplican, Identificar las regiones anatómicas tratadas . Determinar la aplicación de tecnicas paralelas utilizados en los estudios efectuados entre el 2010 al 2022 en las investigaciones de la reduccion ruidos en imágenes medicas.

Metodología: Se efectuó un estudio bibliográfico de revisión sistemática sobre la reducción de ruidos en imágenes médicas de los últimos 12 años. Se utilizó la técnica de la observación para extraer la información y se registraron en una sabana de datos los indicadores (tipo de estudio, región anatómica tratada, Algoritmo y/o método y la aplicación de computación paralela).

Resultados: La mayoría de los estudios se han desarrollado en las regiones anatomicas como : Cerebro, Huesos, Corazon, Seno, Pulmon y Sistema visual. En los articulos investigados 14 son aplicados mediante la computación paralela .

Conclusión: Esta reducción de ruido de imágenes médicas puede contribuir con imágenes de mejor calidad y de esta manera realizar un diagnóstico más preciso por parte del personal de salud.

Palabras clave: Reduccion de ruidos, Imagenes médicas, Procesamiento digital, Computación paralela.

1. Introducción

El procesamiento digitales de imágenes consiste en procesos algorítmicos que transforman una imagen, la principal tarea de procesamiento de imágenes es la reducción del ruido en imágenes Medicas [1]. El ruido produce una degradación en la calidad de las imágenes, lo cual puede afectar la precisión de los diagnósticos médicos[2].

Las imágenes médicas son un campo en curso y en desarrollo en el que se pueden utilizar algoritmos avanzados asistidos por computadora en el reconocimiento, diagnóstico y planificación quirúrgica de un tratamiento en particular[3]. El ruido en imágenes médicas es comúnmente causado por el mal funcionamiento del sensor y otro hardware en el proceso de formación, almacenamiento o transmisión de imágenes , este tipo de ruido afecta a algunos píxeles individuales, cambiando sus valores originales.[4]

El ruido aparece como un patrón granular debido a las interferencias constructivas y destructivas coherentes de los ecos dispersos reflejados por la dispersión microscópica del tejido. El patrón granular resultante reduce la resolución del contraste y los detalles obtenibles dentro del tejido y crea un efecto negativo en varias tareas de interpretación de imágenes, tales como extracción de características, segmentación, registro, clasificación, reconocimiento, representación de volumen y visualización 3D. Por lo tanto, la eliminación de manchas a través del procesamiento de imágenes

digitales debería mejorar la calidad de la imagen y el potencial diagnóstico de las imágenes médicas.[4]

Se han incluido los siguientes metodos y algoritmos para la reducción de ruido moteado o de manchas

1. La computación paralela nos propone un nuevo algoritmo híbrido para la reducción del ruido moteado en imágenes médicas. El método combina de manera eficiente las ventajas de varios filtros de eliminación de ruido utilizando información local y no local. Se realiza un estudio comparativo utilizando medidas cuantitativas y cualitativas y mostrando la competitividad del método propuesto. Ambos métodos se paralelizan usando OpenMP y una combinación híbrida de MPI y OpenMP.[4]
2. Se presenta un estudio de optimización del uso de la plataforma CUDA para eliminar ruido impulsivo utilizando este algoritmo. Además, se presenta una implementación del algoritmo en plataformas multinúcleo usando OpenMP.

En esta revision sistematica se analizan 37 articulos científicos, para la reducción del ruido en imágenes médicas. Por lo tanto, los objetivos del estudio son: a) Analizar los Algoritmos aplicados, b) identificar las regiones anatómicas tratadas y c) determinar tipo de estudio, utilizados en los estudios de reducción del ruido en imágenes medicas efectuados entre el 2010 al 2022 como se observa en nuestra sabana de datos.

2. Metodología

Tipo de estudio

Se efectuó un estudio bibliográfico de revisión sistemática sobre la reducción de ruidos en imágenes médicas en los últimos 12 años. Se consideró la búsqueda de información desde los años 2010-2022. Los estudios están publicados en idioma inglés y español que se han efectuado en todo el mundo. Las palabras clave utilizadas fueron: ruido, procesamiento digital, imágenes médicas, computación paralela.

Técnicas e instrumentos

Se utilizó la técnica de la observación para sistematizar los artículos originales. Se elaboró una sabana de datos para registrar la información. Los indicadores utilizados fueron, autor, año, algoritmos, metodología, computación paralela, región anatómica tratada.

Procedimiento de búsqueda bibliográfica

Se recolectó información de la base de datos del repositorio: Scopus (<https://www.scopus.com>), Google Académico (<https://scholar.google.es/schhp?hl=es>), Science Direct (www.sciencedirect.com), cuyas temáticas están asociadas al campo de las ciencias de la salud. Este periodo de búsqueda de información tuvo como duración una semana desde el 1 al 21 de Noviembre 2022. La mejor información de búsqueda de coincidencia fue: parallel computing; noise removal in images.

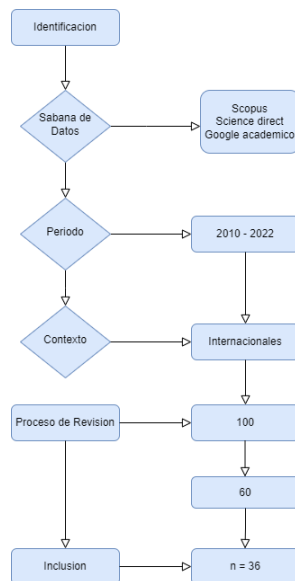


Diagrama de flujo Prisma: Para sistematización de artículos originales 2010-2012.

Análisis de estudios

El proceso de organización de la sabana de datos de los artículos se digitó en una plantilla de Excel. A partir de ello, se sistematizó la información por medio de análisis algorítmicos/metodológicos.

3. Resultados

Los estudios efectuados desde 2010 hasta 2022 se encuentran descritos en la tabla 1. Los 30 estudios han desarrollado estudios para la reducción de ruidos utilizado en imágenes médicas en una región anatómica específica. En general, la mayoría de los estudios han desarrollado los tratamientos en zonas anatómicas como: cerebro, mama, visión, órganos, sistema inmunológico y en general. Nótese que 10 estudios han efectuado sus investigaciones han utilizado computación paralela. Los otros 20 estudios han investigado casos acerca del procesamiento de imágenes.

Tabla 1 : Sabana de datos de los artículos estudiados en la revisión sistemática con un total: 36 1 (Tabla 1)

#	Título	Autor	Año	Tipo de estudio	Algoritmo y/o método	Computación paralela	Región anatómica tratada
1	Reducción de ruido en imágenes de SPECT utilizando métodos de variación total	Ysrael M. Machuca, Perce Díaz, Orsacio Morales & Roque-Díaz	2022	Tomografía	Minimización de la variación total	Si	Tomografía Computarizada por Emisión de Fotón Único (SPECT)
2	Un nuevo algoritmo bayesiano de eliminación de ruido de Poisson basado en medidas no locales y distancias estadísticas	Rodrigo C. Evangelista and Denis H.P.	2022	Tomografía	Algoritmo Bayesiano	No	Tomografía computarizada (Memografía)
3	Estudio comparativo de técnicas de procesamiento en imágenes de ruidos	M. Zamanian-Pirnia, J. Pedraza-Ontas	2022	Médecas-general	Corrección Gamma (Lut, HSV y Y30)	No	Sistemas de visión
4	Reconstrucción de imágenes a partir de una gran cantidad de proyecciones en gradientes y Tomografía computarizada de conos C utilizando algoritmos ART iterativos y paralelos	Helia Gay D'Azevedo Renato V. Cristofolini	2022	Tomografía	Algoritmo Art	Si	Anatomía en general
5	APT-AEC: Transformador de coeficiente adaptativo y decodificación paralela para segmentación de imágenes médicas	Ng Zheng, Long Yu, Dashi Zheng, Weidong Wu, Shengqi Tian, Xiaoping Yang	2022	Imágenes médicas	Decodificación paralela	Si	Anatomía en general
6	Clasificación de imágenes cerebrales de tumores utilizando algoritmos parámetros de aprendizaje profundo	Ahmed karem, Mohammed Ibrahim Shih, Amer shawki,ahmed, Mohamed Khodamoudi	2022	Clasificación de imágenes	Redes neuronales	Si	Cerebro
7	Generación de modelos discretos de tejidos del ser humano a través del procesamiento y segmentación de imágenes médicas	Gavdia, G. E. Soulat, M. Marín-Landrove y M. Cervantes	2011	Tomografía computacional	Algoritmo Watershed	Si	Cerebral, Pulmonar y sanguíneo
8	Reducción del ruido en imágenes de tomografía computarizada usando un filtro bilateral anisotrópico	Ramirez-Grisol, Juan Carlos, Joel J. Fletcher y Cynthia H. McCollough	2010	Tomografía computarizada por rayos X	Retrospección Bilateral	Si	Cardiovasculares

Figura 1: Tabla: Sabana de datos 2010-2012.

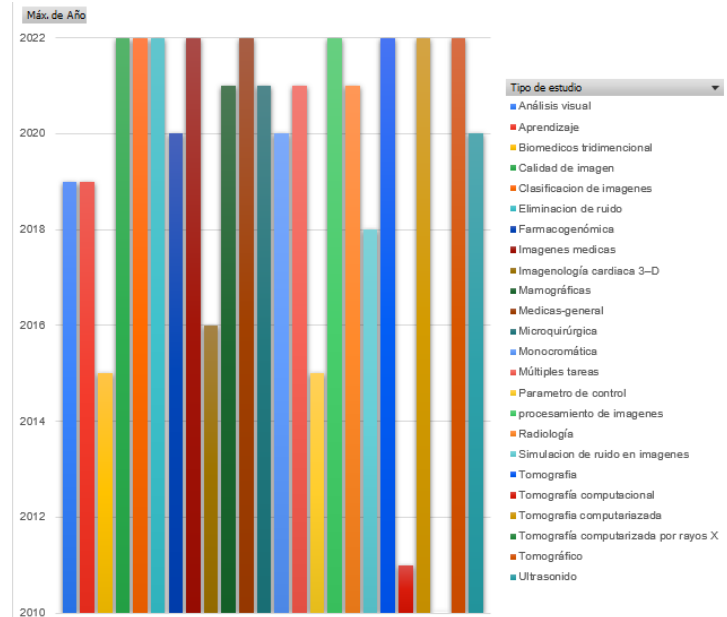


Grafico 1: Clasificación del tipo de estudio desde 2010-2012.

En la discusión de resultados se realiza un análisis profundo, objetivo y lógico de la información obtenida. Es de importancia comparar los resultados de este trabajo con investigaciones previas, por lo que en esta sección deberán

observarse citas a diversas referencias de fuentes confiables. Para cualquier explicación teórica, deberá utilizarse una fuente para sustentar este dicho.

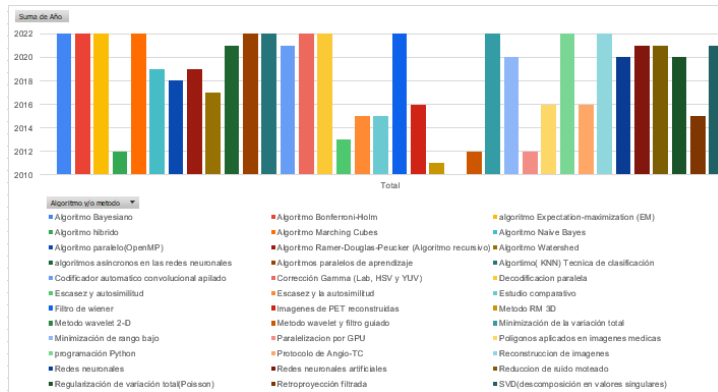


Gráfico 2: Clasificación de los algoritmos aplicados 2010-2012.

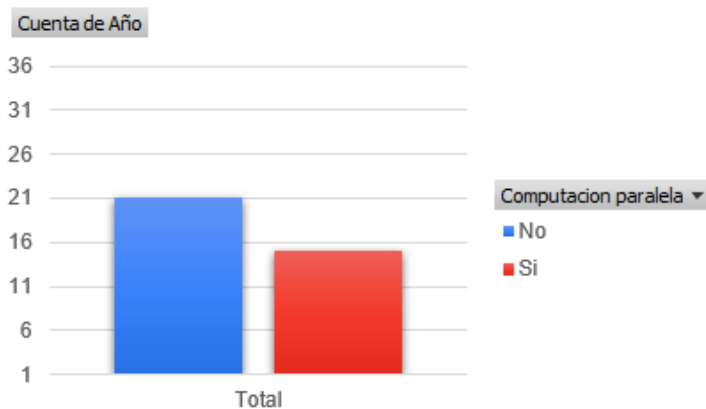


Gráfico 3: Clasificación de los algoritmos aplicados mediante Computación paralela 2010-2012.

4. Discusión

Las referencias Los resultados del estudio han demostrado que en los 9 últimos años .

Los algoritmos ART paralelos implementados en este estudio aceleran el tiempo de ejecución de la reconstrucción de la imagen comparado con el estudio de [3]. El algoritmo ART paralelo implementado tuvo un aumento del 42 % en su velocidad en comparación con su algoritmo ART secuencial. La eficiencia de aceleración en los algoritmos ART paralelos en este estudio disminuye a medida que aumenta el número de procesadores. La dependencia de datos del algoritmo ART no se vio comprometida, lo que dio como resultado una imagen idéntica reconstruida tanto para el algoritmo paralelo como para el algoritmo secuencial.

El método propuesto es un modelo de red neuronal de convolución paralela profunda que consta de redes AlexNet y VGGNet. En comparación con los modelos existentes, los resultados del modelo propuesto muestran que nuestra red ha logrado mejores resultados. El mejor resultado para la

base de datos fue FIGSHARE, que logró un 99,14 % de precisión en clase binaria y un 98,78 % en multiclase, lo que fue mucho mejor que otros modelos SVM . Probamos el mejor resultado disponible con la base de datos existente y comparamos los resultados con el modelo propuesto, que fue la mejor respuesta del modelo para todos los criterios de evaluación. Estos resultados sugieren que el modelo propuesto se puede utilizar como una herramienta eficaz de apoyo a la decisión de los radiólogos en el diagnóstico médico.

El método DCRG PPXA (14) utiliza una representación flexible de datos gráficos que permite generalizar la restricción en la variable de proyección. Muestra una nueva formulación del problema de la TV, que puede resolverse mediante algoritmos proximales rápidos paralelos. En los ejemplos de eliminación de ruido, se muestra que este método funciona bien en gráficos arbitrarios, en lugar de cuadrículas regulares como son los píxeles de SPECT. En consecuencia, el método se aplica a una variedad de otros problemas inversos, incluida la fusión de imágenes y el filtrado de malla.

En el método propuesto es el filtro Wiener que se modifica utilizando el filtro FIR incrustado en el algoritmo Wiener estándar. El diseño del filtro FIR se realizó utilizando el algoritmo de optimización ASO. Los valores medios locales óptimos y óptimos de varianza local se calculan utilizando la matriz de optimización correspondiente a los coeficientes del filtro FIR y se transfieren a la capa de filtro Wiener estándar como entradas de parámetros. El método propuesto mostró un rendimiento superior en imágenes sintéticas e imágenes médicas de rayos X en términos de métricas PSNR, MSE, SSIM y métricas de calidad de imagen, como intensidad luminosa, índice de contraste, Entropía y Nitidez. El consumo de tiempo del método propuesto es mucho menor.

El método FISTA está basado en los métodos de deconvolución para disminuir el ruido en las imágenes, mediante técnicas computacionales de reconstrucción de imágenes borrosas regidas por un modelo matemático conciso (16). La técnica empleada se encuentra dentro del campo de los métodos de filtrado espectral. Además, introduce una regularización necesaria o filtrado en las imágenes reconstruidas.[2]

Lee et al[5] utilizaron autocodificadores convolucionales para eliminar el ruido de las imágenes médicas . La eliminación de ruido de imágenes médicas utilizando métodos de aprendizaje profundo ha demostrado un rendimiento superior en comparación con los algoritmos convencionales utilizados en la eliminación de ruido de imágenes. Se encontró que la efectividad de CDAE no se limita a las radiografías de tórax. Se puede aplicar a una amplia variedad de aplicaciones de imágenes médicas , incluidas las imágenes en gel, que se demostrarán en este trabajo.

Referencias

- [1] Cadena, Luis, Alexander Zotin, Franklin Cadena, Anna Korneeva, Alexander Legalov y Byron Morales: *Noise reduction techniques for processing of medical images*. En *Proceedings of the World Congress on Engineering*, 2017.
- [2] Ybargollin-Machado, Sergio E, Marlen Pérez-Díaz, Rubén Orozco-Morales y Reinaldo Roque-Díaz: *Reducción de ruido en imágenes de SPECT utilizando métodos de variación total*. *Brazilian Journal of Experimental Design, Data Analysis and Inferential Statistics*, 2022.
- [3] Abumalloh, Rabab Ali, Mehrbakhsh Nilashi, Muhammed Yousoof Ismail, Ashwaq Alhargan, Abdullah Alghamdi, Ahmed Omar Alzahrani, Linah Sarairoh, Reem Osman y Shahla Asadi: *Medical image processing and COVID-19: A literature review and bibliometric analysis*. *Journal of Infection and Public Health*, 2022, ISSN 1876-0341.
- [4] Arnal, Josep y Ilya Mayzel: *Parallel techniques for speckle noise reduction in medical ultrasound images*. *Advances in Engineering Software*, 2020, ISSN 0965-9978.
- [5] Lee, Donghoon, Sunghoon Choi y Hee Joong Kim: *Performance evaluation of image denoising developed using convolutional denoising autoencoders in chest radiography*. 2018, ISSN 0168-9002.
- [6] CERDA, CLAUDIO ANDRÉS CATALÁN: *"Diseño de un modelo de auditoría genérico e integrado de Teleinformes basado en imágenes médicas"*. Tesis de Doctorado, UNIVERSIDAD DE CHILE, 2022.



- [7] Zamarrón-Pérez, Mónica, Jesús Pedraza-Ortega y Saúl Tovar-Arriaga: *Estudio comparativo de técnicas de preprocesamiento en imágenes de retina*. 2022.
- [8] Evangelista, Rodrigo C., Denis H.P. Salvadeo y Nelson D.A. Mascarenhas: *A new bayesian Poisson denoising algorithm based on non-local means and stochastic distances*. Pattern Recognition, 2022, ISSN 0031-3203.
- [9] Riera Iziga, Marcos, Waldir Sotelo Hernández y Neicer Campos Vasquez: *Clasificación de Imágenes Médicas para la Detección del Cáncer de mama mediante Redes Neuronales*. 2022.
- [10] Mora, Silvia Reyes y Yessenia Hernández Pérez: *Regularización por variación total, para reconstruir imágenes con dominios perdidos: Total variation regularization, for reconstruct images inpainting*. Revista Digital: Matemática, Educación e Internet, 2022.
- [11] Mary Shyni, H. y E. Chitra: *A comparative study of X-ray and CT images in COVID-19 detection using image processing and deep learning techniques*. Computer Methods and Programs in Biomedicine Update, 2022, ISSN 2666-9900.
- [12] Rigondeaux, Yanai Fernandez y Yoelkis Hernández Víctor: *Algoritmos para el procesamiento de imágenes con artefactos de endurecimiento de haz en tomografía computarizada*. Revista Cubana de Ciencias Informáticas, 2021.
- [13] Saleh Ahmed, Aya, Wessam H. El-Behaidy y Aliaa A.A. Youssif: *Medical image denoising system based on stacked convolutional autoencoder for enhancing 2-dimensional gel electrophoresis noise reduction*. 2021, ISSN 1746-8094.
- [14] Cuellar-Calabria, H., G. Burcet, M.S. Juárez-García, J.L. Reyes-Juárez, M.N. Pizzi, S. Aguadé-Bruix y A. Roque: *Implantación de un protocolo de angio-TC coronaria basado en el índice de masa corporal: reducción de dosis, calidad de imagen y rendimiento diagnóstico*. Radiología, 2022, ISSN 0033-8338.
- [15] Tian, Chunwei, Lunke Fei, Wenxian Zheng, Yong Xu, Wangmeng Zuo y Chia Wen Lin: *Deep learning on image denoising: An overview*. Neural Networks, 2020, ISSN 0893-6080.
- [16] Sarmiento-Ramos, José Luis: *Aplicaciones de las redes neuronales y el deep learning a la ingeniería biomédica*. Revista UIS Ingenierías, 2020.
- [17] Vargas, Manuel Guillermo Forero y Sergio Luis Alejandro Miranda Rojas: *NUEVO MÉTODO PARA LA ESTIMACIÓN DE RUIDO GAUSIANO EN IMÁGENES BIOMÉDICAS*. Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería, 2020.
- [18] Rivera, Gerardo Antonio Villegas, María C Torres Madronero, Sarah Rothlisberger y Edilson Delgado-Trejos: *Procesamiento de imágenes de electroforesis bidimensional: una revisión*. Scientia et technica, 2019.
- [19] Enriquez Aguilera, Francisco Javier: *Utilización de GPU-CUDA en el Procesamiento Digital de Imágenes*. Instituto de Ingeniería y Tecnología, 2018.
- [20] Castro, P., C. Huerga, P. Chamorro, J. Garayoa, M. Roch y L. Pérez: *Caracterización y simulación de ruido en las imágenes de PET reconstruidas con OSEM: desarrollo de un método para la generación de imágenes sintéticas*. Revista Española de Medicina Nuclear e Imagen Molecular, 2018, ISSN 2253-654X.
- [21] Vera, Miguel, Yoleidy Huérfano, Julio Contreras, Oscar Valbuena, José Chacón, María Vera, Sandra Wilches-Durán, Modesto Graterol, Daniela Riaño-Wilches, Juan Salazar y cols.: *Técnicas de preprocesamiento de imágenes cardíacas: fundamentos y alcance*. Revista Latinoamericana de Hipertensión, 2016.
- [22] Ortega, D.R., G. Gutiérrez, A.M. Iznaga, T. Rodríguez, M. de Beule y B. Verheghe: *Parámetro de control del proceso de simplificación de polígonos aplicado a imágenes médicas*. Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería, 2015, ISSN 0213-1315.
- [23] Sánchez, M.G., V. Vidal, J. Bataller y J. Arnal: *A Parallel Method for Impulsive Image Noise Removal on Hybrid CPU/GPU Systems*. Proceedings Computer Science, 2013, ISSN 1877-0509. 2013 International Conference on Computational Science.
- [24] Manjón, José V., Pierrick Coupé, Antonio Buades, D. Louis Collins y Montserrat Robles: *New methods for MRI denoising based on sparseness and self-similarity*. Medical Image Analysis, 2012, ISSN 1361-8415.
- [25] Gavidia, G., E. Soudah, M. Martín-Landrove y M. Cerrolaza: *Generación de modelos discretos de tejidos del ser humano a través del preprocesamiento y segmentación de imágenes médicas*. Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería, 2011, ISSN 0213-1315.
- [26] Ramírez Giraldo, Juan Carlos, Joel J Fletcher y Cynthia H McColough: *Reducción del ruido en imágenes de tomografía computarizada usando un filtro bilateral anisotrópico*. Revista Ingeniería Biomédica, 2010.
- [27] Singh, Karamjeet, Sukhjeet Kaur Ranade y Chandan Singh: *A hybrid algorithm for speckle noise reduction of ultrasound images*. Computer Methods and Programs in Biomedicine, 2012, ISSN 0169-2607.
- [28] Zhang, Ju, Guangkuo Lin, Lili Wu y Yun Cheng: *Speckle filtering of medical ultrasonic images using wavelet and guided filter*. Ultrasonics, 2016, ISSN 0041-624X.
- [29] Yang, Po, Gordon Clapworthy, Feng Dong, Valeriu Codreanu, David Williams, Baoquan Liu, Jos BTM Roerdink y Zhikun Deng: *GSWO: A programming model for GPU-enabled parallelization of sliding window operations in image processing*. Signal Processing: Image Communication, 2016, ISSN 0923-5965.
- [30] He, Jingfei, Peng Gao, Xunan Zheng, Yatong Zhou y Hao He: *Denoising 3D magnetic resonance images based on weighted tensor nuclear norm minimization using balanced nonlocal patch tensors*. Biomedical Signal Processing and Control, 2022, ISSN 1746-8094.
- [31] Maier, Andreas, Christopher Syben, Tobias Lasser y Christian Riess: *A gentle introduction to deep learning in medical image processing*. 2019, ISSN 0939-3889. Special Issue: Deep Learning in Medical Physics.
- [32] Göreke, Volkan: *A novel method based on Wiener filter for denoising Poisson noise from medical X-Ray images*. Biomedical Signal Processing and Control, 2023, ISSN 1746-8094.
- [33] Razinskas, Gary, Tobias Stumm, Rebekka Kosmala, Bülent Polat, Mario Löhr, Michael Flentje y Klaus Bratengeier: *The role of beam density and arrangement in non-coplanar IMRT exemplified by the irradiation of brain tumors – Parallels to computed tomographic imaging*. Physica Medica, 2022, ISSN 1120-1797.
- [34] Kazemi, Ahmad, Mohammad Ebrahim Shiri, Amir Sheikhahmadi y Mohamad khodamoradi: *Classifying tumor brain images using parallel deep learning algorithms*. Computers in Biology and Medicine, 2022, ISSN 0010-4825.
- [35] Zhang, Ning, Long Yu, Dezhi Zhang, Weidong Wu, Shengwei Tian y Xiaojing Kang: *APT-Net: Adaptive encoding and parallel decoding transformer for medical image segmentation*. Computers in Biology and Medicine, 2022, ISSN 0010-4825.
- [36] Ortega, D.R., G. Gutiérrez, A.M. Iznaga, T. Rodríguez, M. de Beule y B. Verheghe: *Algoritmo para la definición de estructuras óseas en modelos biomédicos*. Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería, 2015, ISSN 0213-1315.