



Sistema integrado para visualización médica con DICOM, realidad virtual y detección de anomalías torácicas mediante inteligencia artificial

Noé Toledo González

Universidad Tecnológica de Matamoros, Tamaulipas, México.
ORCID: 0000-0003-0034-8376

Maira Selene Ríos Gómez

Universidad Tecnológica de Matamoros, Tamaulipas, México..
ORCID: 0009-0001-0896-4061

Recepción: 27 de septiembre de 2025.

Aceptación: 20 de febrero de 2026.

Junio 2026 • número de revista 16 • DOI: 10.22201/dgtic.26832968e.2026.16.117

Sistema integrado para visualización médica con DICOM, realidad virtual y detección de anomalías torácicas mediante inteligencia artificial

Resumen

Este artículo describe el diseño e implementación de un sistema tecnológico integrado para la visualización médica avanzada, combinando un servidor de Sistema de Comunicación y Archivo de Imágenes (PACS, por sus siglas en inglés) de código abierto (Orthanc), un modelo de Inteligencia Artificial (IA) basado en redes neuronales convolucionales y (CNN) especializado en la detección de anomalías torácicas, así como visores tanto web como inmersivos que utilizan Oculus Quest 2. El sistema permite la carga, procesamiento y análisis de imágenes radiológicas en formato *Digital Imaging and Communications in Medicine* (DICOM) a través de entornos multiplataforma, facilitando el diagnóstico asistido por computadora en contextos clínicos y educativos. La arquitectura propuesta incorpora una interfaz de programación de aplicaciones (API REST) desarrollada en Python/Flask que enlaza los visores con el modelo CNN, permitiendo determinar la certeza de pertenencia de las muestras a categorías de patologías pulmonares. Además, se garantiza la interoperabilidad mediante DICOMweb y WebXR, permitiendo una interacción inmersiva desde entornos de realidad virtual. La propuesta demuestra la viabilidad técnica de integrar herramientas de bajo costo como herramienta de apoyo a la interpretación médica, con potencial para ser replicada en hospitales y escenarios de simulación clínica.

Palabras Clave: inteligencia artificial, información y desarrollo, tecnología de la información, tecnología médica, programa de ordenador.

Integrated system for medical visualization with DICOM, virtual reality and detection of thoracic anomalies using artificial intelligence

Abstract

This article describes the design and implementation of an integrated technological system for advanced medical visualization, combining an open-source Picture Archiving and Communication System (PACS) server (Orthanc), an Artificial Intelligence (AI) model based on convolutional neural networks (CNNs) specialized in detecting thoracic anomalies, and both web and immersive viewers using Oculus Quest 2. The system enables the loading, processing, and analysis of radiological images in Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) format across multiplatform environments, facilitating computer-aided diagnosis in clinical and educational settings. The proposed architecture incorporates a REST API developed in Python/Flask that links the viewers to the CNN model, allowing for the determination of the accuracy of sample classification within pulmonary pathology categories. Furthermore, interoperability is ensured through DICOMweb and WebXR, enabling immersive interaction within virtual reality environments. The proposal demonstrates the technical feasibility of integrating low-cost tools for medical interpretation, with the potential to be replicated in hospitals and clinical simulation settings.

Keywords: Artificial intelligence, Information and development, Information technology, Medical technology, Computer program.

Introducción

En la actualidad, la gestión y visualización de imágenes médicas en formato *Digital Imaging and Communications in Medicine* (DICOM) representan un pilar fundamental en el diagnóstico clínico moderno. Sin embargo, la implementación de sistemas de Comunicación y Archivo de Imágenes (PACS) comerciales suele implicar costos elevados que limitan su adopción en instituciones de salud de medianas dimensiones o de bajos recursos [1]. Ante este

panorama, el uso de soluciones de código abierto como Orthanc ha surgido como una alternativa robusta y escalable para la gestión de datos médicos [2].

La integración de tecnologías emergentes, como la Inteligencia Artificial (IA) y la Realidad Virtual (RV), está transformando la manera en que los especialistas interactúan con la información clínica. El desarrollo de algoritmos basados en redes neuronales convolucionales (CNN) permite, hoy en día, procesar grandes volúmenes de datos, como los conjuntos de datos CheXpert y RSNA [3], [4], para identificar patrones patológicos con alta precisión.

Más allá del análisis automático, la representación de estos datos en entornos inmersivos ofrece ventajas significativas. La implementación de ambientes virtuales interactivos ha demostrado ser una herramienta eficaz en la enseñanza y evaluación médica, permitiendo simulaciones precisas de funciones anatómicas que enriquecen el aprendizaje [5]. Para que estos sistemas sean viables en un entorno real, la robustez en los sistemas de transmisión interhospitalaria es crítica, asegurando que la calidad de la imagen y la fluidez de la información se mantengan durante todo el flujo de trabajo clínico [6].

Este trabajo presenta un sistema integrado que no sólo gestiona el almacenamiento DICOM, sino que añade una capa de inteligencia para la detección de anomalías torácicas y una interfaz de realidad virtual mediante Oculus Quest 2, buscando democratizar el acceso a herramientas de diagnóstico avanzado.

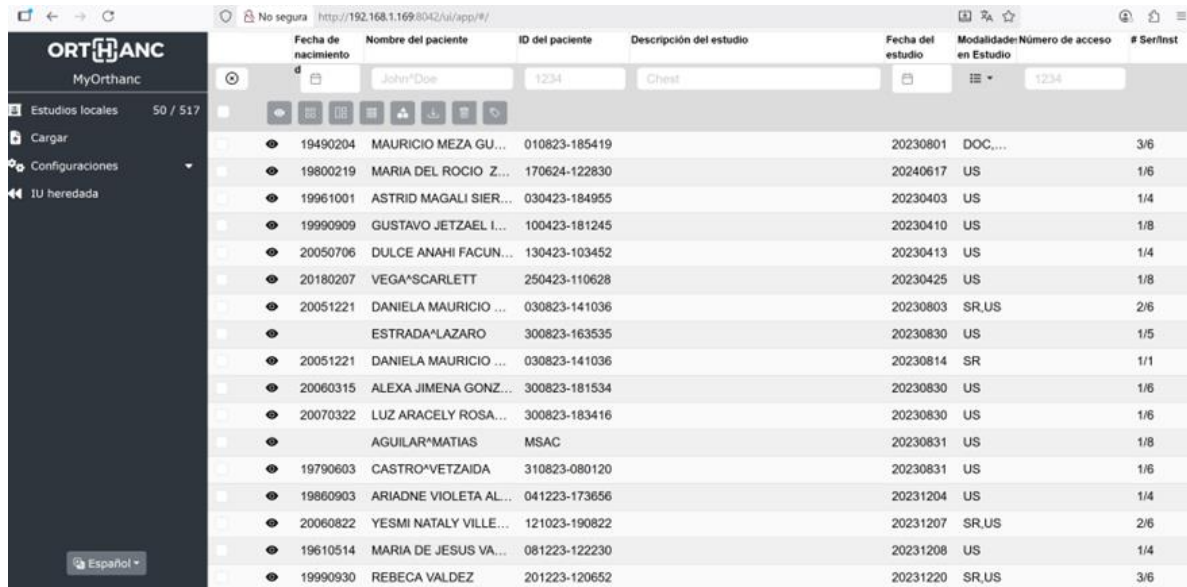
Desarrollo del Sistema e Implementación

La arquitectura propuesta está conformada por capas modulares que aseguran independencia tecnológica y compatibilidad multiplataforma.

Gestión de Imágenes y Persistencia (Capa PACS)

Se utiliza Orthanc como servidor central de imágenes médicas, accesible mediante DICOMweb y API REST. Orthanc permite almacenar, indexar y recuperar estudios sin

depender de software comercial, facilitando soluciones personalizadas [1]. En este sistema, se configuró con *plugins* para habilitar protocolos REST y DICOMweb (WADO-RS, QIDO-RS), permitiendo que los dispositivos Oculus Quest 2 accedan a las imágenes directamente mediante servicios web estandarizados [7].



The screenshot shows the Orthanc web interface. On the left is a sidebar with navigation options: 'Estudios locales' (50 / 517), 'Cargar', 'Configuraciones', and 'IU heredada'. The main area displays a table of stored studies. The table has columns for 'Fecha de nacimiento', 'Nombre del paciente', 'ID del paciente', 'Descripción del estudio', 'Fecha del estudio', 'Modalidad: Número de acceso en Estudio', and '# SerInst'. The data is filtered by 'JohnDoe' and 'Chest'.

Fecha de nacimiento	Nombre del paciente	ID del paciente	Descripción del estudio	Fecha del estudio	Modalidad: Número de acceso en Estudio	# SerInst
19490204	MAURICIO MEZA GU...	010823-185419		20230801	DOC,...	3/6
19800219	MARIA DEL ROCIO Z...	170624-122830		20240617	US	1/6
19961001	ASTRID MAGALI SIER...	030423-184955		20230403	US	1/4
19990909	GUSTAVO JETZAEI I...	100423-181245		20230410	US	1/8
20050706	DULCE ANAHI FACUN...	130423-103452		20230413	US	1/4
20180207	VEGA*SCARLETT	250423-110628		20230425	US	1/8
20051221	DANIELA MAURICIO ...	030823-141036		20230803	SR,US	2/6
	ESTRADA*LAZARO	300823-163535		20230830	US	1/5
20051221	DANIELA MAURICIO ...	030823-141036		20230814	SR	1/1
20060315	ALEXA JIMENA GONZ...	300823-181534		20230830	US	1/6
20070322	LUZ ARACELY ROSA...	300823-183416		20230830	US	1/6
	AGUILAR*MATIAS	MSAC		20230831	US	1/8
19790603	CASTRO*VETZAIDA	310823-080120		20230831	US	1/6
19860903	ARIADNE VIOLETA AL...	041223-173656		20231204	US	1/4
20060822	YESMI NATALY VILLE...	121023-190822		20231207	SR,US	2/6
19610514	MARIA DE JESUS VA...	081223-122230		20231208	US	1/4
19990930	REBECA VALDEZ	201223-120652		20231220	SR,US	3/6

Fig. 1. Interfaz del servidor PACS Orthanc mostrando estudios DICOM almacenados y gestionados por el sistema.

Capa de Procesamiento e Inferencia IA

El módulo de procesamiento opera como un microservicio en Python 3.10 mediante el *framework* Flask [8]. El modelo CNN se construyó sobre la arquitectura base VGG16, seleccionada por su robustez en la extracción de características complejas en imágenes médicas [9].

- **Metodología:** Se aplicó fine-tuning manteniendo las capas convolucionales base y añadiendo capas densas personalizadas para la clasificación de anomalías torácicas, optimizando así el tiempo de convergencia y la precisión del modelo [10].

- Preprocesamiento: Las imágenes se extraen del archivo DICOM, se normalizan y se redimensionan a 224×224 píxeles mediante interpolación para cumplir con los requisitos de la red
- Especificaciones Técnicas: El modelo cuenta con 5,668,097 parámetros entrenables, lo que representa un tamaño aproximado de 21.62 MB utilizando precisión simple de 32 bits.
- Salida del Modelo: La capa de salida emplea una función de activación sigmoide. El valor escalar obtenido se interpreta como la certeza de pertenencia de la imagen a una alteración radiológica, siguiendo modelos de clasificación de patrones previamente validados [11].

Entrenamiento y Validación

El entrenamiento utilizó subconjuntos de los datasets CheXpert y RSNA Pneumonia Challenge [3], [4]. El modelo fue entrenado durante 30 épocas, alcanzando una precisión de validación del 88.4% y un AUC ROC de 0.91. Este proceso se realizó en la plataforma Google Colab, utilizando una GPU Tesla T4. Visualización 2D y Realidad Virtual (Oculus Quest 2).

- **Visor 2D:** Desarrollado en PHP y CSS para acceso rápido desde navegadores convencionales, recuperando imágenes mediante WADO-RS.

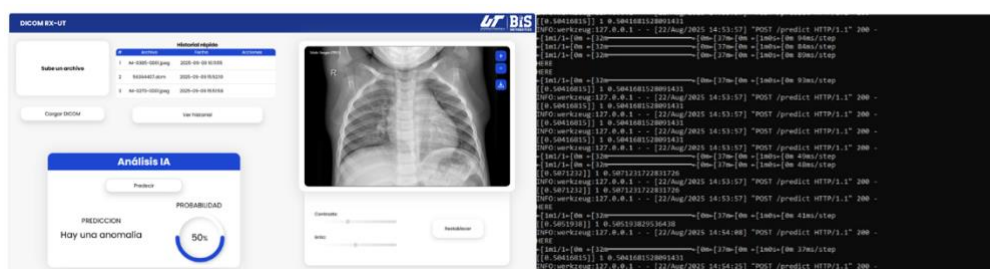


Fig. 2. Interfaz web DICOM RX-UT con análisis de imágenes mediante IA y registro de predicciones en el servidor Flask.

Visor VR: Basado en WebXR, permite al navegador nativo de Oculus Quest 2 representar la imagen radiológica en un espacio tridimensional interactivo [12]. Esta tecnología garantiza

que la calidad de la imagen se mantenga durante la transmisión y manipulación en el entorno virtual [13].



Fig. 3. Entorno inmersivo con visores DICOM desplegado en Oculus Quest 2 mediante navegador WebXR.

Conclusión

El desarrollo de este sistema integrado demuestra que es técnica y económicamente viable combinar herramientas de código abierto como Orthanc [2] con tecnologías emergentes de IA y Realidad Virtual para la visualización médica. A diferencia de las soluciones comerciales de alto costo, la arquitectura basada en microservicios y estándares como DICOMweb y WebXR ofrece una alternativa accesible para instituciones en entornos de bajos recursos [1].

Desde el punto de vista técnico, la implementación de la arquitectura VGG16 mediante *fine-tuning* permitió alcanzar una precisión de validación del 88.4%, proporcionando una certeza de pertenencia diagnóstica para anomalías torácicas [9], [10]. No obstante, se reconoce que la reducción de las imágenes a 224x224 píxeles constituye una limitación que debe ser evaluada en patologías que requieran una resolución espacial extrema.

Es importante subrayar que el sistema se presenta exclusivamente como una herramienta de soporte y visualización; por ningún motivo debe usarse como un sustituto del diagnóstico profesional ni para la toma de decisiones clínicas definitivas de forma autónoma. Su función es asistir en la interpretación de hallazgos mediante interfaces inmersivas que facilitan la comprensión de datos complejos [5], garantizando siempre la seguridad en la transmisión de la información [6].

Como trabajo futuro, se planea realizar una validación clínica con especialistas para medir la eficacia del sistema frente a métodos tradicionales, así como ampliar el conjunto de datos para incluir una mayor diversidad de patologías pulmonares.

Referencias

- [1] M. Joy, "AI Integration in PACS: Advancing Medical Imaging and Healthcare Delivery", *Int. J. Sci. Technol.*, vol. 16, n.º 1, marzo de 2025. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.71097/ijst.v16.i1.2930>
- [2] G. Couture, Y. Lemaréchal y P. Després, "PyOrthanc: A Python Interface for Orthanc DICOM Servers", *J. Open Source Softw.*, vol. 10, n.º 106, p. 7562, febrero de 2025. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.21105/joss.07562>
- [3] S. Jain, A. Smit, A. Y. Ng y P. Rajpurkar, "Effect of Radiology Report Labeler Quality on Deep Learning Models for Chest X-Ray Interpretation", arXiv:2104.00793, 2021. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2104.00793>
- [4] P. Chambon et al., "CheXpert Plus: Augmenting a Large Chest X-ray Dataset with Text Radiology Reports, Patient Demographics and Additional Image Formats", arXiv:2405.19538, 2024. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2405.19538>
- [5] T. J. L. Jínez, B. F. I. Noriega, H. D. M. Reina y V. L. G. Santillán, "Ambiente virtual interactivo con tecnología de realidad virtual médica orientada al aprendizaje funcionamiento y evaluación de un fantoma cardio-respiratorio", *Cienc. Educ.*,

- Edición Especial, pp. 151–161, marzo de 2025. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14977438>
- [6] A. Savón Berenguer y H. Blanco Lores, “Sistema de Transmisión Interhospitalaria de Imágenes Médicas”, *Orange J.*, vol. 3, n.º 6, pp. 48–57, enero de 2022. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.46502/issn.2710-995x/2021.6.05>
- [7] DICOM Standards Committee, “DICOM PS3.18: Web Services (DICOMweb)”, National Electrical Manufacturers Association (NEMA), 2023. [En línea]. Disponible: <https://dicom.nema.org/medical/dicom/2023e/output/chtml/part18/PS3.18.html>
- [8] H. Elahi, N. Liu, J. Chen y F. Zhang, “Towards a Secure Framework for Regulating Artificial Intelligence Systems”, *IEEE Trans. Dependable Secure Comput.*, pp. 1–18, 2025. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1109/tdsc.2025.3616288>
- [9] L. D. Pérez-Enríquez, R. Díaz-Hernández y L. Altamirano-Robles, “Implementación de CNN basada en una arquitectura VGG16 para detección y clasificación mediante segmentación semántica en imágenes aéreas”, *Research in Computing Science*, vol. 151, n.º 7, pp. 157–170, 2022.
- [10] K. W. Church, Z. Chen y Y. Ma, “Emerging trends: A gentle introduction to fine-tuning”, *Natural Language Engineering*, vol. 27, n.º 6, pp. 763–778, oct. 2021. doi: 10.1017/S1351324921000322
- [11] E. Alamilla-Jiménez, A. Bolívar-Cimé y E. Nájera, “Redes neuronales y su aplicación en la clasificación de patrones”, *Revista de la Facultad de Ciencias*, vol. 11, n.º 1, pp. 78–97, 2022. doi: 10.15446/rev.fac.cienc.v11n1.99173
- [12] K. Bhansali, M. A. Lago, R. Beams y C. Zhao, “Evaluation of monocular and binocular contrast perception on virtual reality head-mounted displays”, *J. Med. Imag.*, vol. 11, n.º 06, sep. 2024. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1117/1.jmi.11.6.062605>