

# Desarrollo de un sistema de diagnóstico asistido por ordenador para la detección de nódulos en una radiografía de tórax

**Tipo:** Comunicación Oral

**Autores:** Amara Tilve Gómez, **Miriam García Vázquez-Noguerol**, Jorge Juan Suárez Cuenca, Gonzalo Ferro Costas, Miguel Souto Bayarri

## Objetivos

Presentar un algoritmo de diagnóstico asistido por ordenador (CAD) diseñado para analizar todas las radiografías (Rx) de tórax, incluso las que no son revisadas por radiólogos, en el entorno del *Servicio Galego de Saúde* (SERGAS).

## Material y métodos

### Bases de datos

Para el desarrollo del algoritmo, y para el entrenamiento del clasificador, se emplearon 55 Rx de tórax, proyección posteroanterior, con 64 nódulos pulmonares. De estas Rx, 35 (con 43 nódulos) pertenecían a pacientes del Complejo Hospitalario Universitario de Vigo; y 20 Rx, con 21 nódulos, a pacientes del Complejo Hospitalario Universitario de Santiago de Compostela.

La evaluación posterior se realizó con una base de datos totalmente independiente que contenía 20 Rx de tórax con 21 nódulos.

Todas las Rx se obtuvieron de la práctica clínica diaria y con la aprobación del comité ético de ambos centros.

En la [tabla 1](#) se muestran las características técnicas de los equipos empleados, así como de las imágenes

Para la inclusión de estudios en la bases de datos se establecieron los siguientes criterios:

1. Solo se incluyeron Rx con menos de tres nódulos pulmonares.
2. Los nódulos debían medir entre 3 y 30 mm.
3. Solo se tuvieron en cuenta Rx con nódulos confirmados mediante TC o con diagnóstico histológico.
4. Los nódulos tenían que estar diagnosticados por dos radiólogos con experiencia y de forma independiente.

### CAD

Nuestro sistema de CAD se basa en el uso del filtro Iris. Este es un filtro adaptativo que realiza un análisis de gradientes sobre las imágenes, realizando las regiones de tipo nodular. Ese filtro ha sido empleado sobre diferentes modalidades de imagen médica, y para diferentes tipos de aplicaciones CAD.

El algoritmo de CAD consiste en un proceso de cinco pasos ([figura 2](#)).

1. Preprocesado y segmentación pulmonar.
2. Aplicación del filtro Iris.
3. Umbralización para obtener puntos semillas y crecimiento de regiones.
4. Extracción de características.
5. Reducción de falsos positivos mediante el análisis lineal discriminante.

El algoritmo emplea el análisis lineal discriminante como clasificador para seleccionar regiones sospechosas. Esto se lleva a cabo por medio de un análisis de regiones basado en características morfológicas, de niveles de gris y del filtro Iris.

En la [figura 3](#) se muestra como se visualiza el resultado de nuestro CAD en la estación de trabajo.

Se utilizó la metodología FROC para evaluar el rendimiento del sistema de detección.

### Imágenes en esta sección:

Base de datos de Vigo

Casa Comercial	Modelo	Número de placas	Modalidad
AgfaGevaert	ADC_5146	9	CR
AgfaGevaert	ADC_5148	4	CR
AGFAHealthcare	ADC_5156	1	CR
AGFAHealthcare	ADC_5158	1	CR
Canon Inc.	AXIOMMultix M	16	DR
SIEMENS	FDX	4	CR
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>35</b>	<b>DR=16 CR=19</b>

Base de datos de Santiago

Casa Comercial	Modelo	Número de placas	Modalidad
AgfaGevaert	ADC_5146	9	DR
AGFA	ADC_51xx	1	DR
SIEMENS	FDX	10	DR
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>20</b>	<b>DR=20</b>

**Tbl. 1:** Bases de Datos: casa comercial, modelo, número de radiografías y modalidad.

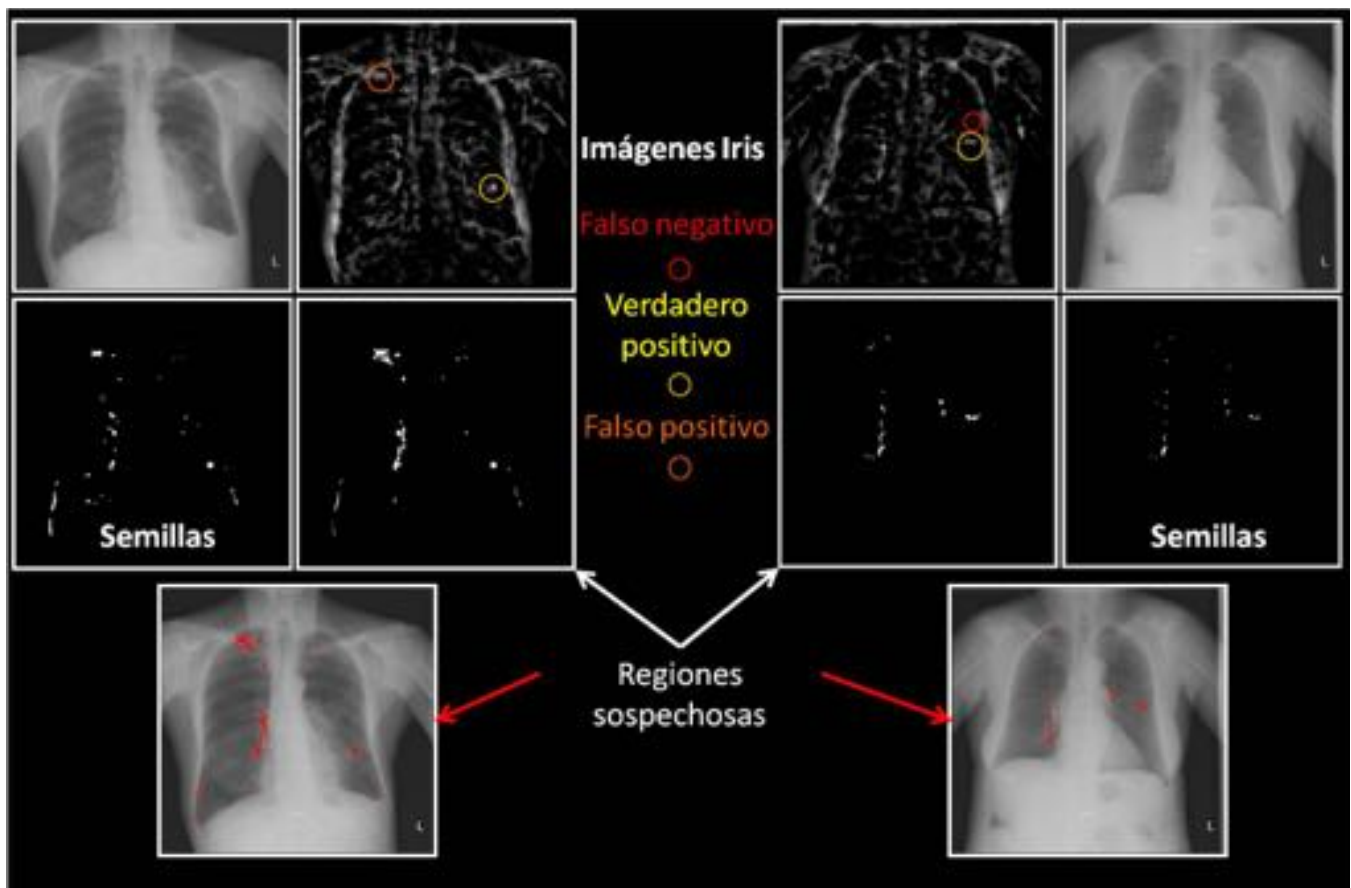


Fig. 2: Algoritmo de CAD.



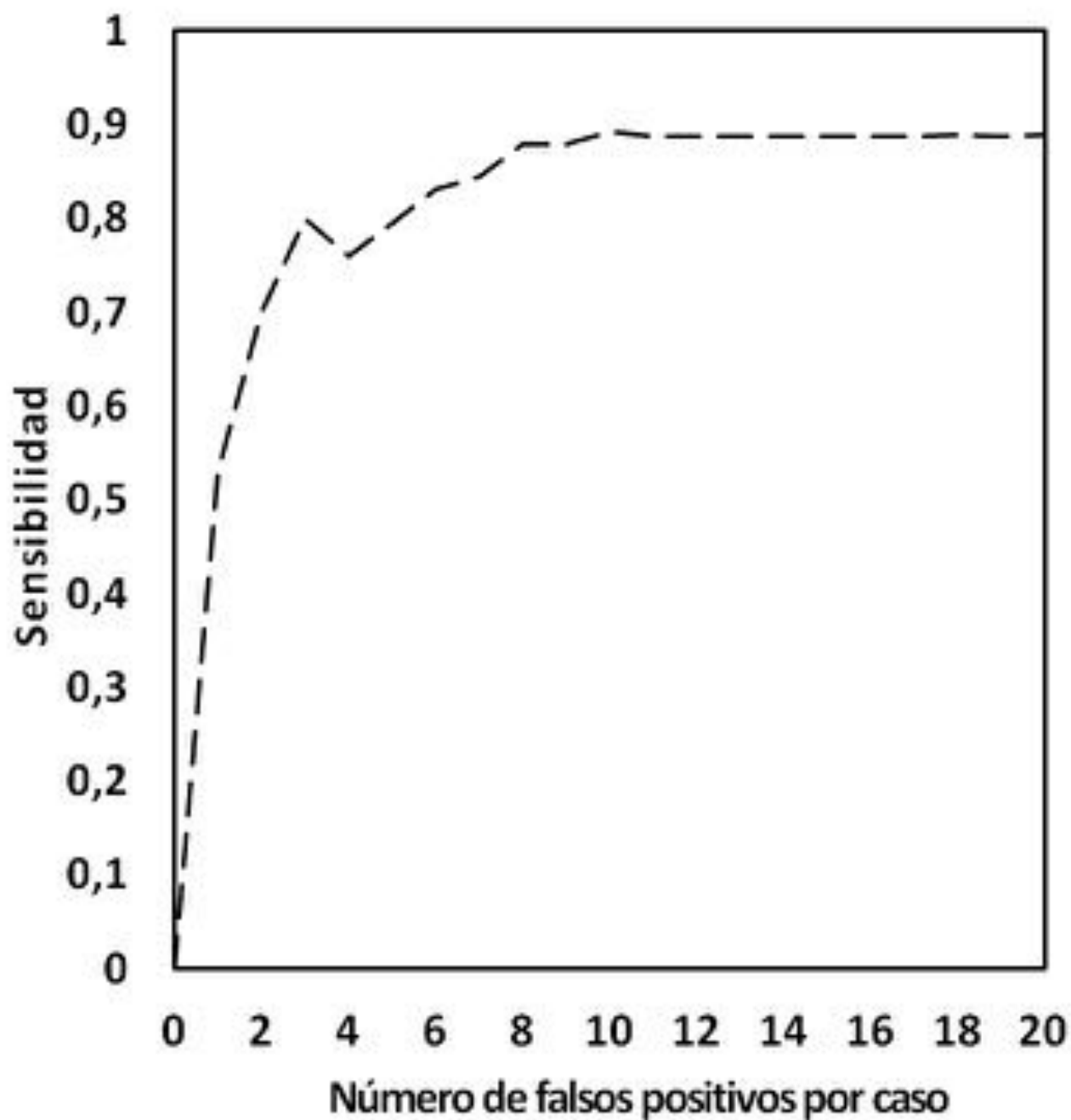
**Fig. 3:** Resultado de nuestro sistema CAD visualizado en la estación de trabajo

## Resultados

La detección inicial identificó el 88.9% de los nódulos con una tasa de 53 falsos positivos por imagen. Estos números se redujeron significativamente con el empleo de reglas de clasificación y con el uso del clasificador lineal, basado en análisis discriminante. Finalmente se obtuvo una sensibilidad del 78% con un ratio de 2.4 falsos positivos por imagen. La [figura 4](#) muestra las curvas FROC para la base de datos de entrenamiento.

En la evaluación posterior, que se realizó sobre la base de datos independiente, la sensibilidad del sistema fue del 67% con una media de 4,9 FP/imagen.

**Imágenes en esta sección:**



**Fig. 4:** FROC sobre el conjunto de casos de entrenamiento.

## Conclusiones

Se trata de un sistema CAD con unas características técnicas similares a otros sistemas CAD descritos en la bibliografía y cuyo propósito final es su integración en la práctica diaria del SERGAS para el análisis de todas las radiografías de tórax realizadas.

## Bibliografía / Referencias

1. W. Moore, J. Ripton-Snyder, G. Wu, C. Hendler. Sensitivity and Specificity of a CAD Solution for Lung Nodule Detection on Chest Radiograph with CTA Correlation. *Journal of Digital Imaging*. 2011;24:405–410.
2. B. van Ginneken, B. Ter Haar Romeny, M. Viergever. Computer-aided diagnosis in chest radiography: a survey. *Medical Imaging.IEEE Transactions*. 2001;1228–1241.
3. J. Shiraishi, Q. Li, K. Suzuki, R. Engelmann, K. Doi. Computer aided diagnostic scheme for the detection of lung nodules on chest radiographs: Localized search method based on anatomical classification. *Medical Physics* 2006;33:2642-2653.
4. C. S.White, T. Flukinger, J. Jeudy, J. J. Chen. Use of a Computer-aided Detection System to Detect Missed Lung Cancer at Chest Radiography. *Radiology*. 2009;252(1):273–281.
5. S. Sakai, H. Soeda, N. Takahashi, T. Okafuji, T. Yoshitake, H. Yabuuchi, et al. Computer-Aided Nodule Detection on Digital Chest Radiography: Validation Test on Consecutive T1 Cases of Resectable Lung Cancer. *Journal of Digital Imaging*. 2006;19(4):376–382.
6. S. Katsuragawa, K. Doi. Computer-aided diagnosis in chest radiography. *Computerized Medical Imaging and Graphics*. 2007;31:212 – 223
7. F. Li, R. Engelmann, C.E. Metz, K. Doi, H. MacMahon. Lung Cancers Missed on Chest Radiographs: Results Obtained with a Commercial Computer-aided Detection Program. *Radiology*. 2008;246:273–280
8. K.H. Lee, J.M. Goo, C.M. Park, H.J. Lee, K.N. Jin. Computer-Aided Detection of Malignant Lung Nodules on Chest Radiographs: Effect on Observers' Performance. *Korean J Radiol* 2012;13:564–571.
9. K. Doi. Computer-Aided Diagnosis in Medical Imaging: Historical Review, Current Status and Future Potential. *Computerized medical imaging and graphics: the official journal of the Computerized Medical Imaging Society*. 2007;31:198–211.
10. B. Keserci, H. Yoshida. Computerized detection of pulmonary nodules in chest radiographs based on morphological features and wavelet snake model. *Medical Image Analysis*. 2002;6:431 – 447.
11. G. Coppini, S. Diciotti, M. Falchini, N. Villari, G. Valli. Neural networks for computer-aided diagnosis: detection of lung nodules in chest radiograms. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*. 2003;7:344–357.
12. P. Campadelli, E. Casiraghi, D. Artioli. A Fully Automated Method for Lung Nodule Detection From Postero-Anterior Chest Radiographs, *Medical Imaging. IEEE Transactions*. 2006;25:1588–1603.
13. A.M. Schilham, B. van Ginneken, M. Loog, A computer-aided diagnosis system for detection of lung nodules in chest radiographs with an evaluation on a public database. *Medical Image Analysis*. 2006;10:247 – 258.
14. R.C. Hardie, S.K. Rogers, T. Wilson, A. Rogers, Performance analysis of a new computer aided detection system for identifying lung nodules on chest radiographs. *Medical Image Analysis* 2008;12:240 – 258.
15. S. Chen, K. Suzuki, H. MacMahon. Development and evaluation of a computer-aided diagnostic scheme for lung nodule detection in chest radiographs by means of two-stage nodule enhancement with support vector classification. *Medical Physics* 2011;38:1844–1858.
16. W. Guo, Q. Li, S.J. Boyce, H.P. McAdams, J. Shiraishi, K. Doi, et al. A computerized scheme for lung nodule detection in multiprojection chest radiography. *Medical Physics* 2012;39:2001–2012.
17. M.T. Freedman, S.C. Lo, F.Y. Lure, X.W. Xu, J. Lin, H. Zhao, et al. Computer-aided detection of lung cancer on chest radiographs: algorithm performance vs. radiologists' performance by size of

- cancer. Proc. SPIE 2001;4319:150–159.
18. S. Kakeda, J. Moriya, H. Sato, T. Aoki, H. Watanabe, H. Nakata, et al. Improved Detection of Lung Nodules on Chest Radiographs Using a Commercial Computer-Aided Diagnosis System. American Roentgen Ray Society 2004;182:505 – 510.
  19. C. Varela, P.G. Tahoces, A.J. Méndez, M. Souto Bayarri, J. J. Vidal. Computerized detection of breast masses in digitized mammograms. Computers in Biology and Medicine 2007;37:214 – 226.
  20. J.J. Suárez-Cuenca, P.G. Tahoces, M. Souto Bayarri, M.J. Lado, M. Remy-Jardin, J. Remy, et al. Application of the iris filter for automatic detection of pulmonary nodules on computed tomography images. Computers in Biology and Medicine. 2009;39:921–933.
  21. J. Wei, Y. Hagihara, A. Shimizu, H. Kobatake. Optimal image feature set for detecting lung nodules on chest X-ray images, in: H. Lemke, K. Inamura, K. Doi, M. Vannier, A. Farman, J. Reiber (Eds.), CARS 2002 Computer Assisted Radiology and Surgery, Springer Berlin Heidelberg, 706–711.
  22. M.T. Freedman, S.C. Lo, T. Osicka, F.Y. Lure, X.W. Xu, J. Lin, et al. Computer-aided detection of lung cancer on chest radiographs: effect of machine CAD false-positive locations on radiologists' behavior, in: M. Sonka, J. M. Fitzpatrick (Eds.), Medical Imaging 2002: Image Processing, vol 1-3, vol. 4684 of Proceedings of the society of photo-optical instrumentation engineers (SPIE), 1311–1319.
  23. T.A. Bley, T. Baumann, U. Saueressig, G. Pache, M. Treier, O. Schaefer, et al. Comparison of Radiologist and CAD Performance in the Detection of CT-confirmed Subtle Pulmonary Nodules on Digital Chest Radiographs. Investigative Radiology 2008;43:343–348.
  24. S. Kasai, F. Li, J. Shiraishi, K. Doi. Usefulness of Computer-Aided Diagnosis Schemes for Vertebral Fractures and Lung Nodules on Chest Radiographs. American Journal of Roentgenology 2008;191:260–265.