

Segmentación del campo pulmonar en radiografía postero-anterior de tórax

Rainer Edrit Reyes Cabral
Facultad Politécnica
Ingeniería en Informática
Universidad Nacional de Asunción
rreyes@pol.una.py

Resumen—La segmentación del campo pulmonar es uno de los pasos principales de todo sistema de detección de nódulos en los pulmones por medio de radiografía de tórax. Este trabajo pretende mejorar el rendimiento de la segmentación de pulmones a través de nuevas técnicas de segmentación.

Keywords—Segmentación, Radiografía de torax, Sistema de detección.

I. INTRODUCCIÓN

En un estudio realizado en la Universidad de Stanford al norte de California en el año 2008 se encontró que el nódulo pulmonar fue el diagnóstico más común, con una prevalencia del 18 % de 459 pacientes estudiados[1]. Tradicionalmente se ha definido como "nódulo" a lesiones menores de 3 cm de diámetro [2][3]. El nódulo pulmonar, único o múltiple, es frecuentemente un hallazgo incidental. Es una de las formas en la que se presenta el cáncer de pulmón, el tumor más frecuente y el de mayor mortalidad a nivel mundial. Este constituye un grave problema de salud, ya que su prevención no es efectiva, el diagnóstico precoz es difícil y el índice de curabilidad es bajo [4]. La radiografía de tórax es la técnica más utilizada en el examen rutinario para la detección de nódulos pulmonares; debido a su precio económico y la baja radiación [5]. Técnicamente, es la radiografía más difícil para interpretar y producir el diagnóstico, como se explica en[6]. Se ha informado que los radiólogos pueden fallar en la detección de nódulos pulmonares de la radiografía de tórax hasta el 30 % de los casos positivos [7]. Las dificultades se centran en los siguientes puntos: (1) existe una amplia gama de tamaños de nódulos; Comúnmente un diámetro del mismo puede tomar cualquier valor comprendido entre unos pocos milímetros hasta varios centímetros. (2) los nódulos exhiben una gran variación en la densidad y por lo tanto la visibilidad en una radiografía(algunos son ligeramente más densos que el tejido pulmonar, otros mucho más los cuales son calcificadas), (3) los nódulos pueden aparecer en cualquier lugar en el campo de pulmón, y pueden ser oscurecidos por las costillas y las estructuras por debajo de la membrana, dando como resultado una gran variación de contraste con el fondo [8]. El sistema de detección asistida por computadora (CAD) es considerado como una herramienta de diagnóstico útil para manejar los problemas mencionados anteriormente y, por tanto, en las últimas décadas, diversos métodos de procesamiento de imágenes y esquemas CAD han sido propuestas [5].

La segmentación de los pulmones postero-anterior(PA) en imágenes digitales de radiografía de tórax es un primer paso

importante para cualquier aplicación de diagnóstico asistido por ordenador. La precisión en la segmentación de estructuras anatómicas es esencial para muchas tareas de análisis consideradas en el estudio. Esto incluye mediciones del tamaño, determinación de la presencia de nódulos o signos de enfermedad pulmonar. Varios métodos han sido aplicados para la segmentación de los pulmones en radiografías de tórax PA en la literatura[9].

En este trabajo se pretende mejorar el rendimiento de los métodos de segmentación del campo pulmonar presentes en el estado del arte.

II. SEGMENTACIÓN

La segmentación se realiza con el fin de separar la región de interés del fondo de la imagen. Algunos de los métodos utilizados para esa finalidad se pueden clasificar como: agrupamiento, detección de bordes, basado en modelo, de umbral, redes neuronales y otras técnicas basadas en inteligencia artificial [10].

En la figura 1 se muestra tanto el área de interés y el resultado de la segmentación de pulmones en radiografías de tórax

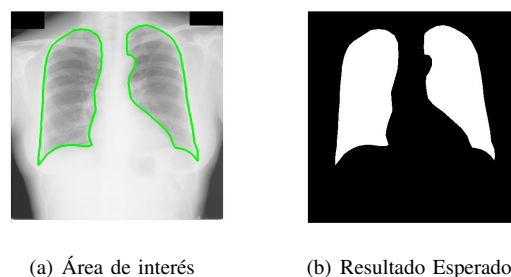


Figura 1. Segmentación del área pulmonar

III. METODOLOGIA PROPUESTA

En la figura 2 se muestra la metodología propuesta para la herramienta donde se indica el proceso por el cuál pasará una imagen para su segmentación.

1) *Mejora de la Imagen*: Se realiza una mejora de contraste para realzar las estructuras presentes en la imagen.

2) *Resaltar Área del Pulmón*: Se realizan mejoras en la imagen de forma a eliminar las costillas y clavículas de manera que el área del pulmón quede limpia.

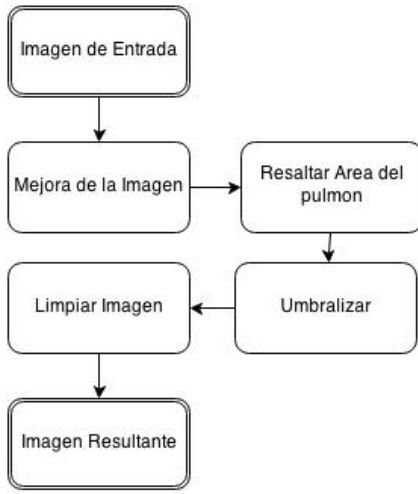


Figura 2. Esquema propuesto

3) *Umbralizar*: Se binariza la imagen.

4) *Limpiar Imagen*: Se elimina ruido y estructuras innecesarias presentes en la misma, de forma que solo quede los pulmones.

IV. MÉTRICA DE EVALUACIÓN

El coeficiente de similitud de Jaccard (medida de superposición): es la relación entre la segmentación ideal (GT) y la máscara de segmentación calculada (S) sobre todos los píxeles de la imagen. Se formula de la siguiente manera:

$$\Omega = \frac{|S \cap GT|}{|S \cup GT|} = \frac{|TP|}{|FP| + |TP| + |FN|} \in [0, 1] \quad (1)$$

donde TP (verdaderos positivos) representa los píxeles correctamente clasificados, FP (falsos positivos) representa los píxeles que se clasifican como objeto, sin embargo pertenecen al fondo, y FN (falsos negativos) representa los píxeles que se clasifican como fondo, pero en realidad son parte del objeto [11]. El coeficiente cuanto mayor es mejor.

V. BASE DE DATOS

La base de datos estándar de imágenes digitales con y sin nódulos pulmonares (JSRT database) fue creada por la Sociedad Japonesa de Tecnología Radiológica (JSRT) en cooperación con la Sociedad Radiológica de Japón (JRS). Esta posee 154 radiografías de tórax convencionales con un nódulo de pulmón y 93 radiografías sin nódulo que fueron digitalizadas mediante un digitalizador láser con unos 2048 x 2048 tamaño de matriz (0,175 mm por píxeles) y una escala de grises de 12 bits, además contiene información adicional como la edad del paciente, sexo, diagnóstico (maligno o benigno), coordenadas x e y de los nódulos, diagrama simple de localización de los nódulos y el grado de sutileza de la detección visual de los nódulos [12].

La base de datos de verificación de resultados es la SCR database del Image Sciences Institute, todas las radiografías de tórax se toman de la base de datos JSRT y por cada

imagen los campos pulmonares, corazón y clavículas han sido segmentados manualmente para proporcionar un estándar de referencia. Estas imágenes tienen un tamaño de matriz de 1024 x 1024 píxeles [13].

VI. RESULTADOS PARCIALES

En la tabla I se muestra los métodos existentes de mayor rendimiento en términos de medida de superposición. El método propuesto pretende obtener mejores resultados en comparación a dichos algoritmos.

Método	Ω
Hybrid Voting [13]	0.954
PC postprocessed [13]	0.949
Fusing-Intensity&ShapePriors [14]	0.940
Hybrid ASM-PC [13]	0.934
Hybrid AAM-PC [13]	0.933
MISCP [15]	0.930

Tabla I. MÉTODOS DE SEGMENTACIÓN EXISTENTES EN EL ESTADO DEL ARTE

En la tabla II se muestran el resultado del método propuesto en términos de la medida de superposición, éste fue probado con todas las imágenes de la base de la datos.

Método	Ω
Metodo propuesto	0.713

Tabla II. EVALUACION DEL MÉTODO PROPUESTO

La figura 3 muestra una de las imágenes cuyo rendimiento fue mayor.

$$\Omega = 88\%$$

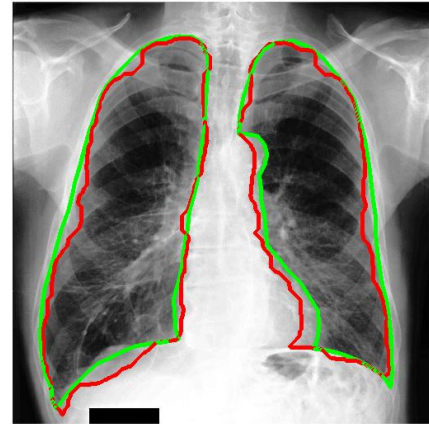


Figura 3. Imagen cuyo resultado tuvo mayor rendimiento. Segmentación ideal (color verde).

VII. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

El método propuesto aún no es comparable con los del estado del arte porque no alcanza el rendimiento esperado. Actualmente la investigación se encuentra en desarrollo, buscando nuevas técnicas y métodos principalmente en la etapa donde se resalta el área de interés.

REFERENCIAS

- [1] T. F. Mott and C. Goodwin, "What is the best approach to a solitary pulmonary nodule identified by chest x-ray?" *Clinical Inquiries, 2007 (MU)*, 2007.
- [2] R. Viggiano, S. Swensen, and E. Rosenow 3rd, "Evaluation and management of solitary and multiple pulmonary nodules." *Clinics in chest medicine*, vol. 13, no. 1, pp. 83–95, 1992.
- [3] D. E. MIDTHUN, S. J. SWENSEN, and J. R. JETT, "Approach to the solitary pulmonary nodule," in *Mayo Clinic proceedings*, vol. 68, no. 4. Elsevier, 1993, pp. 378–385.
- [4] G. López-Abente, M. Pollán, N. Aragonés, B. P. Gómez, V. H. Barrera, V. Lope, and B. Suárez, "Situación del cáncer en españa: incidencia," in *Anales del sistema sanitario de navarra*, vol. 27, no. 2, 2008, pp. 165–173.
- [5] B. Van Ginneken, B. M. ter Haar Romeny, and M. A. Viergever, "Computer-aided diagnosis in chest radiography: a survey," *Medical Imaging, IEEE Transactions on*, vol. 20, no. 12, pp. 1228–1241, 2001.
- [6] C. Vyborny, "The aapm/rtna physics tutorial for residents: Image quality and the clinical radiographic examination," *Radiographics*, vol. 17, pp. 479–498, 1997.
- [7] T. R.C. Hardie, S.K. Rogers and A.Rogers, "Medical image analysis," vol. 20, no. 12, 2008.
- [8] Z. Shi, M. Zhao, L. He, Y. Wang, M. Zhang, and K. Suzuki, "A computer aided pulmonary nodule detection system using multiple massive training svms," *Appl. Math*, vol. 7, no. 3, pp. 1165–1172, 2013.
- [9] P. Annangi, S. Thiruvankadam, A. Raja, H. Xu, X. Sun, and L. Mao, "A region based active contour method for x-ray lung segmentation using prior shape and low level features," in *Biomedical Imaging: From Nano to Macro, 2010 IEEE International Symposium on*. IEEE, 2010, pp. 892–895.
- [10] S. C. Manjula .T1. Sheela .S, "Lung nodule segmentation for computer aided diagnosis," *International journal of engineering science and advanced technology*, vol. 2, 2010.
- [11] K. P. J. P. M. R. K. S. Z. X. A. K. S. A. G. T. Sema Candemir*, Stefan Jaeger and C. J. McDonald, "Lung segmentation in chest radiographs using anatomical atlases with nonrigid registration," *IEEE TRANSACTIONS ON MEDICAL IMAGING*, vol. 33, no. 2, p. 584, 2014.
- [12] J. Shiraishi, S. Katsuragawa, J. Ikezoe, T. Matsumoto, T. Kobayashi, K.-i. Komatsu, M. Matsui, H. Fujita, Y. Kadera, and K. Doi, "Development of a digital image database for chest radiographs with and without a lung nodule: receiver operating characteristic analysis of radiologists' detection of pulmonary nodules," *American Journal of Roentgenology*, vol. 174, no. 1, pp. 71–74, 2000.
- [13] B. Van Ginneken, M. B. Stegmann, and M. Loog, "Segmentation of anatomical structures in chest radiographs using supervised methods: a comparative study on a public database," *Medical Image Analysis*, vol. 10, no. 1, pp. 19–40, 2006.
- [14] A. Dawoud, "Lung segmentation in chest radiographs by fusing shape information in iterative thresholding," *IET Computer Vision*, vol. 5, no. 3, pp. 185–190, 2011.
- [15] D. Seghers, D. Loeckx, F. Maes, D. Vandermeulen, and P. Suetens, "Minimal shape and intensity cost path segmentation," *Medical Imaging, IEEE Transactions on*, vol. 26, no. 8, pp. 1115–1129, 2007.