

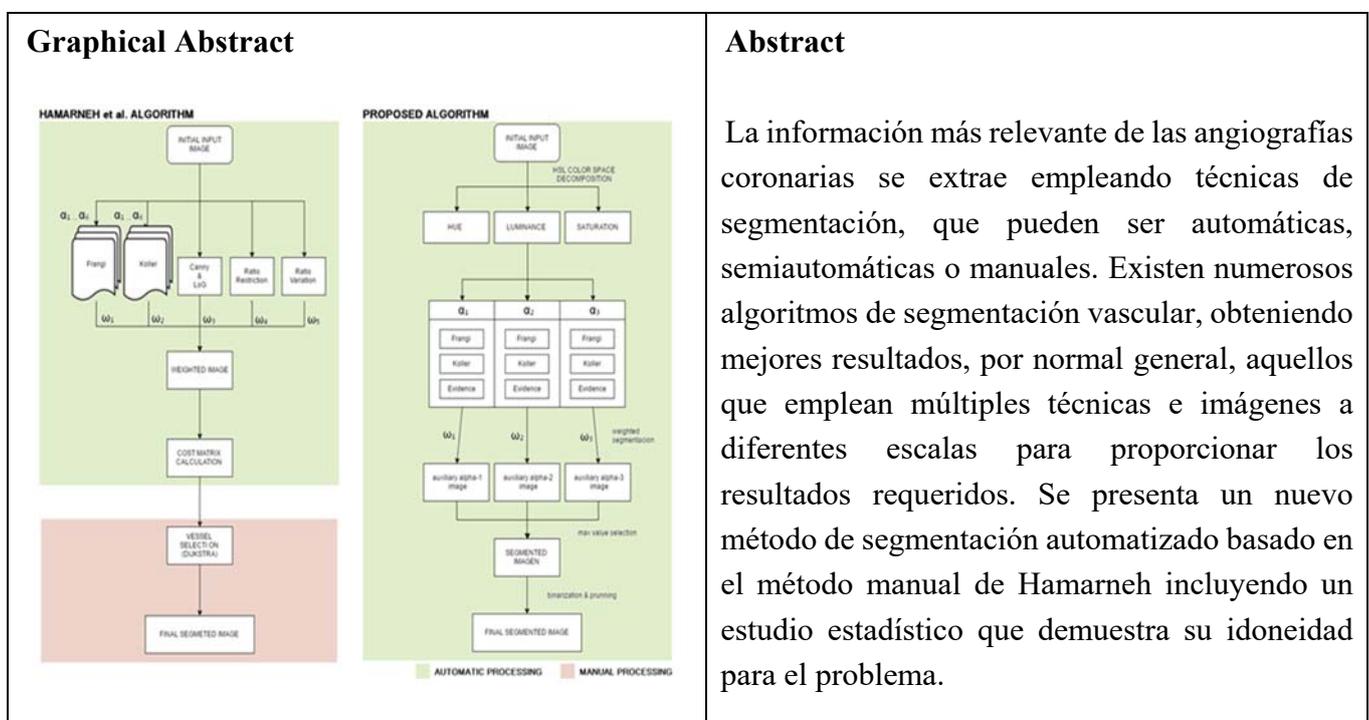
## Redesign and performance of an automatic segmentation method

Adrian Carballal <sup>a,b</sup>, Carlos Fernandez-Lozano <sup>a,b</sup>, Francisco J. Novoa <sup>a</sup>, Nereida Rodriguez-Fernandez <sup>a</sup>, Iria Santos <sup>a</sup>, Marcos García-Guimaraes <sup>c</sup>, Guillermo Aldama-López <sup>c</sup>, Ramón Calviño-Santos <sup>c</sup>, Jose M. Vázquez-Rodríguez <sup>c</sup>, Alejandro Pazos <sup>a,b</sup>

<sup>a</sup> Computer Science Department, University of A Coruña

<sup>b</sup> Instituto de Investigación Biomédica de A Coruña (INIBIC), Complejo Hospitalario Universitario de A Coruña (CHUAC),

<sup>c</sup> Department of Cardiology, Complejo Hospitalario Universitario de A Coruña (CHUAC)



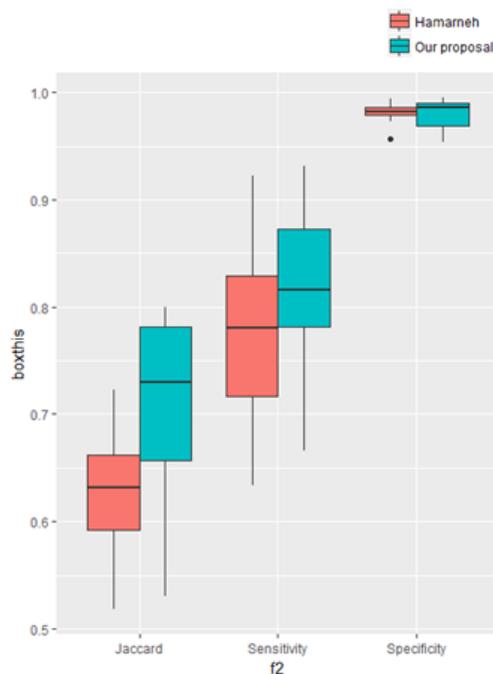
### Introduction

Se presenta una nueva técnica de segmentación del árbol coronario completamente automática y eficiente en términos de tiempo de ejecución cuyos resultados superan en precisión a los obtenidos por Hamarneh *et al* [1], técnica del estado del arte que se ha mencionado con anterioridad y según varias revisiones del estado del arte la que actualmente mejores resultados ofrece para este tipo de imágenes médicas. El método de Hamarneh *et al.* [1] usado como algoritmo de partida se basa en filtrados multiescalares para obtener el coste asociado a cada píxel de la imagen. El usuario ha de indicar el punto inicial y el punto final de un segmento vascular y el algoritmo selecciona automáticamente los puntos intermedios necesarios entre ambos para delinear el vaso. Para ello emplea una búsqueda de grafo exhaustiva basada en el algoritmo de Dijkstra [2].

En el método propuesto se aplican sobre el canal Luminance los filtros de Frangi et al. [3], Koller et al. [4] y Evidence en diferentes escalas, desarrollando nuestra aportación multiescalar de diferente manera a la propuesta inicialmente por Hamarneh et. al. [1]. Es más, para cada escala se determina una imagen auxiliar a partir de los valores máximos de todos los filtros. Dichas imágenes posteriormente se ponderan para obtener una segmentación inicial y finalmente se binariza y se le aplica un método iterativo de pruning con el fin de eliminar elementos inconexos de forma automatizada que empeoran el posterior resultado de la segmentación.

## Experiments and Results

Para analizar la eficiencia del método presentado se emplea un conjunto de prueba formado por 30 imágenes de angiografías coronarias, de 512x512 píxeles de resolución, todas ellas procedentes de estudios angiográficos anonimizados cedidos por la unidad de hemodinámica del CHUAC [5]. El algoritmo arroja, globalmente, unas cifras de sensibilidad y especificidad elevadas y con un rendimiento global muy parecido al algoritmo del estado del arte, mejorando en Sensibilidad y Jaccard.



El método presentado es más de 5 veces más veloz que el presentado por Hamarneh et al. Dicho en términos absolutos, se ha pasado de los 37.29 seg que conlleva el uso del método de Hamarneh et al. [1] para imágenes de 512x512 a los 5.69 seg que consume el algoritmo propuesto. Esto es especialmente importante teniendo en cuenta que con el nivel de carga de trabajo actual que soportan los facultativos durante su prestación asistencial diaria, cuanto más automático sea el sistema y cuánto menos tiempo necesite para la segmentación del árbol coronario, mejor grado de implantación del algoritmo en el sistema nacional de salud.

## References

- [1] G. Hamarneh, K. Poon, R. Abugharbieh, Live-Vessel: Extending Livewire for Simultaneous Extraction of Optimal Medial and Boundary Paths in Vascular Images, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2007, pp. 444–451.
- [2] E.W. Dijkstra, A note on two problems in connexion with graphs, Numer.Math. 1 (1) (1959) 269–271
- [3] A.F. Frangi, W.J. Niessen, K.L. Vincken, M.A. Viergever, Multiscale Vessel Enhancement Filtering, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 1998, pp. 130–137,
- [4] T.M. Koller, G. Gerig, G. Szekely, D. Dettwiler, Multiscale detection of curvilinear structures in 2-d and 3-d image data, Proceedings of IEEE International Conference on Computer Vision (1995) 864–869
- [5] A. Carballal, F. J. Novoa, C. Fernandez-Lozano, M. García-Guimaraes, G. Aldama-López, R. Calviño-Santos, J. M. Vazquez-Rodriguez, A. Pazos, Automatic multiscale vascular image segmentation algorithm for coronary angiography, Biomedical Signal Processing and Control (46), 2018, pp 1-9