



CARDIOLOGÍA DEL ADULTO – ARTÍCULO ORIGINAL

Diagnóstico automático del síndrome coronario agudo utilizando un sistema multiagente basado en redes neuronales



John Jaime Sprockel Díaz^{a,*}, Juan José Diaztagle Fernández^{a,b}
y Enrique González Guerrero^c

^a Medicina Interna, Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud–Hospital de San José, Bogotá, Colombia

^b Departamento de Ciencias Fisiológicas, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

^c Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia

Recibido el 29 de abril de 2016; aceptado el 21 de noviembre de 2016

Disponible en Internet el 28 de abril de 2017

PALABRAS CLAVE

Diagnóstico;
Síndrome coronario agudo;
Infarto agudo de miocardio;
Angina inestable;
Dolor torácico

Resumen

Introducción: Por tratarse de una tarea altamente compleja y de importancia clínica, el diagnóstico del síndrome coronario agudo se presta para su exploración por medio de modelado mediante sistemas inteligentes.

Objetivo: desarrollar un sistema multiagente que ensamble las decisiones de varias redes neuronales para el diagnóstico del dolor torácico enfocado a los síndromes coronarios agudos.

Metodología: estudio de pruebas diagnósticas en el que se entrenan un conjunto de redes neuronales con una precisión cercana al 70%, que luego son ensambladas mediante tres sistemas de votación para luego adicionar el resultado de redes especiales en poblaciones particulares y seleccionar la mejor configuración que hará parte de un sistema multiagente para el diagnóstico del dolor torácico.

Resultados: Se generaron 84 redes con precisión promedio del 72% en pruebas; al ensamblarse aumentan dicha precisión hasta llegar a un máximo del 84% que tras la adición de los grupos especiales alcanza el 89%. Se escoge una conformación que brinda una sensibilidad del 96% con una especificidad del 77%, con valores predictivos positivo y negativo de 87 y 93% respectivamente para el diagnóstico de síndrome coronario agudo.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: jjsprockel@fucsalud.edu.co (J.J. Sprockel Díaz).

KEYWORDS

Diagnosis;
Acute coronary
syndrome;
Acute myocardial
infarction;
Unstable angina;
Chest pain

Conclusiones: Es posible desarrollar una herramienta para el diagnóstico automático del síndrome coronario agudo a partir de un sistema multiagente que ensamble la disposición tomada por un conjunto de redes neuronales artificiales, cuyo rendimiento permite su consideración para su implementación dentro de un sistema de soporte a las decisiones clínicas.

© 2016 Sociedad Colombiana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Automatic diagnosis of acute coronary syndrome using a multi-agent system based in neural networks

Abstract

Introduction: Because it is a highly complex task of a great clinical importance, the diagnosis of acute coronary syndromes allows for their analysis by means of intelligent system models.

Motivation: To develop a multi-agent system that assembles the decisions of several neural networks for the diagnosis of chest pain with a focus on acute coronary syndromes.

Methods: A study of diagnostic tests where a series of neural networks are trained with a precision close to 70%, and are later on assembled with three voting systems. Then the results of special networks on specific populations are added to select the best configuration that will make part of a multi-agent system for diagnosing chest pain.

Results: A total of 84 networks were generated, with an average precision of 72% during testing; once assembled this precision rises up to a maximum of 84%, which then reaches 89% when the special groups are included. A configuration that offers a sensitivity of 96% with a specificity of 77% and positive and negative predictive values of 87 and 93% respectively is chosen for the diagnosis of acute coronary syndrome.

Conclusions: It is possible to develop a tool for the automatic diagnosis of acute coronary syndrome using a multi-agent system that assembles the dispositions taken by a set of artificial neural networks. Its performance allows taking it into consideration for implementing it within a clinical decision-making support system.

© 2016 Sociedad Colombiana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

El diagnóstico del síndrome coronario agudo representa una tarea compleja, implica la puesta en consideración de las características demográficas, la presentación clínica y los antecedentes obtenidos a través de la historia clínica, junto con los resultados del electrocardiograma y los marcadores de lesión miocárdica confirmados luego por alguna estrategia de estratificación coronaria invasiva o no. Su principal forma de presentación, el dolor torácico, implica tener en cuenta un gran número de condiciones que aunque en su mayoría sean benignas, diluyen otras que ponen en riesgo la vida (como la embolia pulmonar y la disección aórtica entre otras).

Desde el campo de la inteligencia artificial una herramienta muy usada son las redes neuronales artificiales, las cuales pueden describirse como paradigmas computacionales basados en modelos matemáticos con capacidad de un fuerte patrón de reconocimiento. Consisten en un algoritmo de cálculo que se basa en una analogía del sistema nervioso¹. Representan el campo de los sistemas inteligentes que ha sido evaluado de manera más extensa y completa dentro del área del diagnóstico del síndrome coronario agudo. Desde los primeros trabajos a principios de los años 90 por

Baxt² y Furlong³, se ha comprobado su alta efectividad para la discriminación del infarto⁴ u otros síndromes coronarios agudos⁵; con datos procedentes del electrocardiograma⁶ o de éste más la historia clínica y marcadores de daño miocárdico⁷, se ha realizado además la validación cruzada en sitios diferentes al que fueron desarrolladas⁸ y manejo en el contexto de series de tiempo⁹. En todos estos casos se han logrado obtener niveles de precisión cercanos y superiores al 90%.

Los sistemas multiagentes son una colección de agentes independientes que se comunican con el fin de cooperar en la solución conjunta de una tarea compleja¹⁰. Se entiende por agente una entidad de *software* que de forma autónoma maneja diversas entradas desde su ambiente con el que interactúa, y que persigue de manera proactiva el logro de sus objetivos cooperando o compitiendo con otros agentes. Una de las formas en que un grupo de agentes que persiguen un objetivo común en el reconocimiento de un patrón puede interactuar para reunir sus resultados son los diversos sistemas de ensamble, entre los que se encuentran: votación, promedio bayesiano, *bagging*, *boosting*, modelos basados en árboles, mezcla condicionada (mezclas de modelos de regresión lineal, logísticos y mezclas de expertos)¹¹. La combinación de ambas estrategias podría llegar a brindar un