Republic of Yemen
Sana'a University
Postgraduate Studies & Scientific Research
Faculty of Computer & Information Technology
Computer Science Department

A Novel Smart Healthcare Monitoring Model Based on Internet of Things and Deep Learning Techniques

A Dissertation Submitted to the Department of Computer Science for the degree of Ph.D. in Computing and Information Science.

By

Marwa Abdulrahman Abdullah Ahmed Al-Hadi

Under supervision of

Prof. Dr.Ghaleb Aljaphari
Main supervisor

2025-1446

ABSTRACT

The acceleration that occurs in all fields of life, especially in IoT, leads to thinking about which field will be enhanced first. One of these critical fields is the healthcare system, particularly the prediction and monitoring of the heart disease system. Knowing that one in five people dies every day because of heart disease. A challenge has increased day to day, and how this number could be reduced for such cases is still an obstacle. Therefore, this study will work on addressing the critical lack in heart disease predication accuracy using integrated datasets, and the lack of having an applicable smart IoT application that integrates with deep learning techniques based on the predication process. Due to these problems, the Cross-Industry Standard Process for Machine Learning (CRISP-ML) was followed via seven experiments. The first five experiments were conducted for the prediction process: Pure Recurrent Neural Network-Long Short-Term Memory (RNN-LSTM) without balancing and optimizing, RNN-LSTM with balancing, Novel Heart Disease Prediction model (NHDP), Enhanced Novel Heart Disease Prediction model (ENHDP), and finally, Marwa Cardiovascular Disease Prediction model (MarCDP) to predict heart disease as the experiments of prediction. Then, heart disease prediction is reflected as an integrated simulation of a smart IoT monitoring based on deep learning techniques system through two additional experiments: Smart IoT

Simulation based on Enhanced Novel Heart Disease Prediction (ENHDP) and Smart IoT Simulation-based Marwa Cardiovascular Disease Prediction. In order to be valid with the main prediction models (ENHDP and MarCDP) and monitoring system, a mathematical model and implementation were proposed for the prediction part, and implementation was done for the smart monitoring part. The final results of all experiments starting from pure RNN-LSTM until MarCDP are enhanced in prediction accuracy from 84% in pure RNN-LSTM (without balancing and optimizing), 86% in RNN-LSTM with balancing, 91% in NHDP, 97% in ENHDP, to 98.5% in the case of MarCDP with the ideal optimizer, RMProp. Furthermore, the Receiver Operating Characteristic (AUC) increased from 93% in the unbalanced dataset without an optimizer, 95% in the balanced dataset without an optimizer, 97% in NHDP, 99% in ENHDP, to 99.7% in MarCDP case. The main finding of this study is the potential of heart disease prediction models powered by deep learning techniques and smart IoT monitoring to revolutionize the healthcare system by enhancing accuracy and applicable work. These models provide insights for the future ability of real-time implementation of heart disease prediction and monitoring systems. In addition, the proposed method provides a solid foundation for future research and encourages digging more in this field not only in heart disease systems but also in other systems.

الملخص

إن التسارع الذي يحدث في شتى مجالات الحياة، ولا سيما في إنترنت الأشياء، يدفع إلى التفكير في المجال الذي سيتم تعزيزه أولًا، ويعد نظام الرعاية الصحية، وخاصة التنبؤ بأمراض القلب ومراقبتها، من بين أهم هذه المجالات، إذ يموت شخص واحد من بين كل خمسة يوميًا بسبب أمراض القلب، ويتزايد التحدي يومًا بعد يوم، ولا تزال كيفية خفض هذا العدد تمثل تحديًا كبيرًا، لذا تهدف هذه الدراسة إلى معالجة النقص الحاد في دقة التنبؤ بأمراض القلب باستخدام مجموعات بيانات متكاملة، إلى جانب قله وجود تطبيقات لإنترنت الأشياء الذكي قادر على التكامل مع تقنيات التعلم العميق لتعزيز عملية التنبؤ، وبسبب هذه المشكلات، تم اتباع منهجية CRISP-ML (المعايير الصناعية لمعالجة البيانات في التعلم الآلي) عبر سبع تجارب، حيث تم إجراء خمس تجارب للتنبؤ تشمل نموذج RNN-LSTMالأساسي بدون موازنة أو تحسين، ونموذج RNN-LSTM مع الموازنة، والنموذج الجديد للتنبؤ بأمراض القلب(NHDP) ، والنموذج المحسن للتنبؤ بأمراض القلب(ENHDP) ، وأخيرًا نموذج MarCDP للتنبؤ بأمراض القلب، ثم انعكس التنبؤ بأمراض القلب كمحاكاة متكاملة لمراقبة إنترنت الأشياء الذكية القائمة على تقنيات التعلم العميق من خلال تجربتين إضافيتين: محاكاة إنترنت الأشياء الذكية المعتمدة على النموذج المحسنENHDP ، ومحاكاة إنترنت الأشياء الذكية المعتمدة على نموذجMarCDP ، ولضمان جودة النماذج الرئيسية (ENHDP) و (MarCDP)، تم اقتراح

نموذج رياضي وتنفيذه لجزء التنبؤ، إلى جانب تنفيذ جزء المراقبة الذكية، وقد أظهرت النتائج النهائية لجميع التجارب، بدءًا من نموذج RNN–LSTM الأساسي وحتى نموذجMarCDP ، تحسنًا في دقة التنبؤ من ٨٤٪ في RNN–LSTM الأساسي (بدون موازنة أو تحسين)، و٨٦٪ في–RNN LSTMمع الموازنة، و٩١٪ فيNHDP ، و٩٧٪ فيENHDP ، وصولًا إلى ٩٨,٥٪ في MarCDPعند استخدام المُحسِّن المثاليRMProp ، كما ارتفعت قيمة AUC من ٩٣٪ في مجموعة البيانات غير المتوازنة بدون مُحسِّن، إلى ٩٥٪ في مجموعة البيانات المتوازنة بدون مُحسِّن، و٩٧٪ فيNHDP ، و٩٩٪ فيENHDP ، و٩٩,٧٪ فيMarCDP ، وتتمثل النتيجة الرئيسية لهذه الدراسة في إبراز إمكانات نماذج التنبؤ بأمراض القلب المدعومة بتقنيات التعلم العميق، إلى جانب تكاملها مع أنظمة إنترنت الأشياء الذكية، مما يسهم في إحداث ثورة في نظام الرعاية الصحية عبر تعزيز الدقة والمتانة والقابلية للتطبيق، كما تسلط هذه النماذج الضوء على إمكانية تنفيذ أنظمة التنبؤ بأمراض القلب ومراقبتها في الوقت الفعلي، إضافة إلى توفير أساس متين للأبحاث المستقبلية وتشجيع المزيد من الدراسات في هذا المجال، ليس فقط لأنظمة التنبؤ بأمراض القلب، ولكن أيضًا لأنظمة أخرى.

الجمهورية اليمنية
جامعة صنعاء
نيابة الدراسات العليا والبحث العلمي
كلية الحاسوب وتكنولوجيا المعلومات
قسم علوم الحاسوب

نموذج مراقبة ذكي جديد للرعاية الصحية يعتمد على انترنت الأشياء وتقنيات التعلم العميق

اطروحة قُدمت إلى قسم علوم الحاسوب للحصول على درجة الدكتوراه في الحوسبة وعلم المعلومات

مقدمة من الباحثة /

مروة عبدالرحمن عبدالله احمد الهادي

بإشراف /

د.غالب حمود الجعفري

مشرف رئيسي

2025-1446