

**Ministry of Higher Education and
Scientific Research
University of Mosul
College of Computer Science and
Mathematics
Department of Mathematics**



Hyper-Parameters Optimization of Kernel Semi-Parametric Models Based on Meta- Heuristic Algorithms with Application

**A Thesis Submitted to the Council of the College of
Computer Science and Mathematics
University of Mosul
as a Partial Fulfillment of Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy in
Mathematics / Computational Mathematics**

**By
Firas Ahmed Younis Al-Taie**

Supervised by

Professor

Omar Saber Qasim

2023 A.D.

Professor

Zakariya Yahya Algamal

1445 A.H.

Abstract

The subject of the analysis of semi-parametric regression models, which integrates parametric and non-parametric models, has a clear interest in most studies, especially those that take a more advanced nature in the analysis process. The most important aim of the analysis processes is to obtain estimates for the models with high efficiency and accuracy. This thesis presents two proposed methods to improve the performance of these models by using optimization algorithms in order to obtain the best estimate for them. The first proposal involves using a technique that combines oppositional learning (OL) and pelican optimization algorithm (POA) to improve the accuracy of the kernel semi-parametric models as well as increase the convergence speed. Through simulation results, it has been proven that OL-POA is effective in achieving more accurate results than intelligent optimization techniques, in addition to reducing the time of computational complexity of model estimation.

The second proposal in this thesis is to develop a new hybrid algorithm that combines the Pelican optimization algorithm (POA) and the black hole algorithm (BHA) in order to improve the kernel semi-parametric regression model estimation. This algorithm, called POA-BHA, was designed to overcome some of the limitations of existing methods in kernel semi-parametric model estimation, such as high computational costs, low convergence rates, and poor accuracy.

The effectiveness of both proposed methods is evaluated using different data sets and compared with the most used methods in model estimation, such as Cross-Validation (CV) and Generalized Cross-Validation (GCV). The results show that the OL-POA method provides superior performance in terms of accuracy and convergence speed compared to other techniques. Similarly, the POA-BHA algorithm outperforms the current methods of the kernel semi-parametric model in terms of accuracy,

computational efficiency, and convergence speed. By comparing the two proposed methods, the presented results showed that the POA-BHA method was more accurate and less time consuming than the first method OL-POA.

In addition, the proposed methods were applied to real economic data taken from the official website of the World Bank, and the obtained results were identical to the results of simulation experiments, with the proposed estimates clearly outperforming the common methods.

This thesis contributes to the development of the kernel semi-parametric regression model by presenting the proposed methods to improve the accuracy and efficiency of these models.



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الموصل
كلية علوم الحاسوب والرياضيات
قسم الرياضيات

امثلية معلمات النماذج شبه المعلمية اللبية بالاعتماد

على الخوارزميات فوق الحدسية مع التطبيق

اطروحة مقدمة

الى مجلس كلية علوم الحاسوب والرياضيات في جامعة الموصل
كجزء من متطلبات نيل شهادة دكتوراه فلسفة في
الرياضيات / الرياضيات الحاسوبية

من قبل

فراس احمد يونس الطائي

بإشراف

الأستاذ الدكتور

زكريا يحيى الجمال

الأستاذ الدكتور

عمر صابر قاسم

المستخلص

تُظهر الأبحاث الحديثة اهتمامًا بالغًا بموضوع تحليل نماذج الانحدار شبه المعلمية، التي تجمع بين العناصر المعلمية وغير المعلمية. يُعزى هذا الاهتمام إلى الرغبة في تطوير تحليل أكثر تقدمًا وفعالية لهذه النماذج، حيث يُعتبر الهدف الأساسي هو الحصول على تقديرات دقيقة وفعالة للنماذج.

تقدم هذه الأطروحة اقتراحين لتحسين أداء نماذج الانحدار شبه المعلمية باستخدام خوارزميات التحسين. الاقتراح الأول يستند إلى استخدام تقنية تجمع بين التعلم المعارض (O-BL) وخوارزمية تحسين البجع (POA) لزيادة دقة هذه النماذج وتسريع عملية التقارب. نتائج المحاكاة أكدت فعالية هذا الاقتراح، حيث أظهر أنه يمكن الحصول على تقديرات أكثر دقة مقارنة بالتقنيات التقليدية، بالإضافة إلى تقليل الوقت المستغرق في الحسابات الرياضية لتقدير النموذج.

الاقتراح الثاني في هذه الأطروحة هو تطوير خوارزمية هجينة جديدة تجمع بين خوارزمية تحسين البجع (POA) وخوارزمية الثقب الأسود (BHA) من أجل تحسين تقدير نموذج انحدار النواة شبه المعلمي. تم تصميم هذه الخوارزمية، التي تسمى POA-BHA، للتغلب على بعض القيود المفروضة على الأساليب الحالية في تقدير نموذج انحدار النواة شبه المعلمي، مثل التكاليف الحسابية العالية، ومعدلات التقارب المنخفضة، وضعف الدقة.

يتم تقييم فعالية كلتا الطريقتين المقترحتين باستخدام مجموعات بيانات مختلفة ومقارنتها بالطرق الأكثر استخدامًا في تقدير النموذج، مثل CV وGCV. أظهرت النتائج أن طريقة OL-POA توفر أداءً فائقًا من حيث الدقة وسرعة التقارب مقارنة بالتقنيات الأخرى. وبالمثل، فإن خوارزمية POA-BHA تتفوق في الأداء على الأساليب الحالية لنموذج انحدار النواة شبه المعلمي من حيث الدقة والكفاءة الحسابية وسرعة التقارب. من خلال مقارنة الطريقتين المقترحتين، أظهرت النتائج المقدمة مسبقًا أن طريقة POA-BHA كانت أكثر دقة وأقل استهلاكًا للوقت من الطريقة الأولى OL-POA.

بالإضافة إلى ذلك، تم تطبيق الأساليب المقترحة على البيانات الاقتصادية الحقيقية المأخوذة من الموقع الرسمي للبنك الدولي، وكانت النتائج التي تم الحصول عليها مطابقة لنتائج تجارب المحاكاة، حيث تفوقت التقديرات المقترحة بشكل واضح على الأساليب الشائعة.

تساهم هذه الأطروحة في تطوير نموذج الانحدار شبه المعلمي للنواة من خلال عرض الطرق المقترحة لتحسين دقة وكفاءة هذه النماذج. تمتلك الخوارزميات المقترحة القدرة على تعزيز قابلية تطبيق نماذج النواة شبه المعلمية في مختلف التطبيقات، بما في ذلك التمويل والاقتصاد والهندسة والطب.