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

A Novel Mathematical Transfer Function for Binary Optimization Problems

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

Zaynab Ayham Jarallah Mohammed

Supervised by

Prof. Dr. Omar Saber Qasim Yahya

Prof. Dr. Zakariya Yahya Noori Yahya

2025 A.D. **1447 A.H.**

Abstract

This thesis aims to improve the performance of binary optimization algorithms used to solve various problems in feature selection, by proposing new transfer functions for converting continuous values to binary ones. Two new types of transfer functions were proposed: the tent-shaped one, and the fountain-shaped one. Each was designed with several mathematical formulas to provide flexibility in representation and control over the transformation behavior.

These proposed functions were integrated within the framework of three well-known optimization algorithms: The Crayfish Optimization Algorithm (COA), the Polar Lights Optimization Algorithm (PLO), and the Arithmetic Optimization Algorithm (AOA). To evaluate the performance of the new functions, a variety of benchmark datasets with different characteristics were used, including the number of samples, features, and number of classes. Comparisons were made with traditional S- and V-type transfer functions.

The results showed that the proposed functions achieved competitive performance, with some formulas outperforming a significant number of databases in terms of classification accuracy and number of selected features. The results also showed that for each algorithm, there was a set of datasets where one of our proposed functions performed better than all others. The analysis was enhanced by presenting tables and graphs to provide a comprehensive picture of the functions' behavior under various conditions.

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

دالة تحويل رياضية جديدة لمسائل الامثلية الثنائية

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

من قبل

زينب ايهم جارالله محمد

بإشراف

أ.د. عمر صابر قاسم يحيى أ.د. زكريا يحيى نوري يحيى

١٤٤٧ هـ ٢٠٢٥ م

الملخص

تهدف هذه الأطروحة إلى تطوير أداء خوارزميات التحسين الثنائية المستخدمة في حل مسائل عديدة مثل اختيار الميزات، وذلك من خلال اقتراح دوال نقل جديدة لتحويل القيم المستمرة إلى ثنائية. تم اقتراح نوعين جديدين من دوال النقل، الأول يعتمد على الشكل الخيمي (Tent-shaped)، والثاني يعتمد على شكل النافورة (Fountain-shaped)، وتم تصميم كل منهما بعدة صيغ رياضية لتوفير مرونة في التمثيل والتحكم في سلوك التحويل.

جرى دمج هذه الدوال المقترحة ضمن إطار عمل ثلاث خوارزميات من خوارزميات التحسين المعروفة، وهم: خوارزمية تحسين جراد البحر (COA) وخوارزمية الأضواء القطبية (PLO) وخوارزمية التحسين الحسابية (AOA) بنسختهم الثنائية. ولتقييم أداء الدوال الجديدة، تم استخدام مجموعة متنوعة من البيانات القياسية ذات الخصائص المختلفة من حيث عدد العينات والميزات وعدد الأصناف، وتم إجراء المقارنات مع دوال النقل التقليدية من نوع S و V.

أظهرت النتائج أن الدوال المقترحة حققت أداءً تنافسياً، حيث تفوقت بعض الصيغ في عدد ملحوظ من قواعد البيانات من حيث دقة التصنيف وعدد الميزات المختارة. كما بيّنت النتائج أن لكل خوارزمية مجموعة من البيانات التي أبدت فيها إحدى دوالنا المقترحة أفضل أداء مقارنة بجميع الدوال الأخرى. وتم تعزيز التحليل بعرض الجداول والرسوم البيانية التوضيحية لتقديم صورة شاملة عن سلوك الدوال في مختلف الظروف.