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

An Improved Conjugate Gradient Algorithms in Non-linear Unconstrained Optimization

A Decertation 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/ Mathematics Computational

By

Saja Othman Mohammad Tawfiq Hussin

Supervised by

Prof. Dr. Eman Tarik Hamed Saeed

2024 A.D. **1445 A.H.**

Abstract

This thesis deals with the development and improvement of minimization problems in unconstrained optimization based on conjugate gradient methods.

The step length has been accelerated by adding an acceleration factor in order to get from one location to another. Hestenes-Stiefel (HS) conjugate gradient techniques were used to determine the acceleration coefficient by using the direction of descent. Also, a conjugate spectral gradient formula was used to adjust the direction of the search, and a spectral parameter derived from the Fletcher-Reeves formula was used.

In addition to new directions, we discovered two new parameters for the conjugate gradient technique: the first is for a two-term CG method, and the second is for a three-term CG method, the derivation of which we based on the Hestenes-Stiefel (HS)formula.

Furthermore, we have shown that each of the suggested approaches included in this thesis theoretically satisfies the requirement of global convergence under certain circumstances.

However, practically speaking. Compared to the simple conjugate gradient approaches, we found excellent numerical results when applying these methods to many standard optimization functions.

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

تحسين خوارزميات التدرج المترافق

في الامثلية غير الخطية غير المقيدة

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

من قبل
سجى عثمان محمد توفيق حسين

بإشراف
أ.د. ايمان طارق حامد سعيد

١٤٤٥ هـ ٢٠٢٤ م

الملخص

تتناول هذه الأطروحة تطوير وتحسين مشاكل التصغير في الامثلية غير المقيد على أساس طرق التدرج المترافق.

تم تسريع طول الخطوة عن طريق إضافة عامل تسارع للانتقال من موقع إلى آخر. تم استخدام تقنيات التدرج المترافق (HS) Hestenes–Stiefel لتحديد معامل التسارع باستخدام اتجاه الهبوط.

كما تم استخدام صيغة التدرج الطيفي المترافق لضبط اتجاه البحث، كما تم استخدام معامل طيفي مشتق من صيغة (FR) Fletcher–Reeves.

بالإضافة إلى الاتجاهات الجديدة، اكتشفنا معلمتين جديدتين لتقنية التدرج المترافق: الأول لطريقة CG ذات حدين، والثاني لطريقة CG ثلاثية الحدود، والتي اعتمدنا في اشتقاقها على طريقة (HS) Hestenes–Stiefel .

علاوة على ذلك، فقد أظهرنا أن كل من الأساليب المقترحة المدرجة في هذه الأطروحة تلبي نظريا متطلبات التقارب العالمي في ظل ظروف معينة.

ومع ذلك، من الناحية العملية. بالمقارنة مع أساليب التدرج المترافق البسيطة، وجدنا نتائج عددية ممتازة عند تطبيق هذه الأساليب على العديد من وظائف الامثلية الشائعة.