جامعة الموصل
كلية التربية للعلوم الصرفة

دراسة مقارنة بين عدد من طرائق تقدير معلمات أنموذج انحدار عملية كاوس مع التطبيق

امنة خالد الياس خضر

رسالة ماجستير
الرياضيات

بإشراف
الأستاذ المساعد
الدكتور يونس حازم الطويل

١٤٤٦هـ
٢٠٢٥ م

المستخلص

تُستخدم نماذج انحدار عملية كاوس كتمثيلات إحصائية بديلة للنماذج الحاسوبية المعقدة والمكلفة حسابياً، نظرًا لمرونتها في التقاط شكل الدوال الملساء. وأَنَّ أنموذج انحدار عملية كاوس له عدد من المعلمات غير المعلومة، والتي يعد تقديرها خطوة أساسية نحو بناء الأنموذج، والمعلمات التي تم اخذها في الاعتبار هي معاملات الانحدار، ومعلمة التباين ومعلمات الارتباط. وأنَّ تقدير هذه المعلمات هي المشكلة التي تم تناولها في هذه الرسالة، والإسهام الرئيس لهذا العمل هو التقييم والمقارنة بين تقدير معلمات أنموذج انحدار عملية كاوس باستخدام طريقة مقدر الإمكان الأعظم (Maximum Likelihood) وطريقة مقدر الإمكان الأعظم المقيد (Restricted Maximum Likelihood) وطريقة مونت كارلو (Monte Carlo Algorithm)، وهذه المقارنة تمت بالاعتماد على بعض مقاييس التحقق من الصحة، ونبحث بعد ذلك عن تأثير عدد بيانات التدريب على تقديرها، وتم تطبيق أنموذج انحدار عملية كاوس والذي تم تقدير معلماته بالطرائق الثلاث أعلاه على مثالين حقيقيين متمثلين بأنموذج دالة البئر ذات الثمانية أبعاد وأنموذج دالة وزن جناح الطائرة ذات العشرة أبعاد، وأظهرت جميع المقارنات أن طريقة MCMC تعطي أفضل النتائج ثم تليها طريقة RMLE خاصة عند الأحجام الصغيرة للعينات، في حين التقدير بطريقة MLE قد يعمل جيدا عند أخذ حجم محدد من بيانات التدريب يساوي على الأقل عشرة أبعاد المدخلات، بالاعتماد على مقاييس التحقق من صحة الخطأ وعليه نستنتج انه كلما زاد حجم العينة زادت جودة التقدير وذلك من خلال تناقص قيم جذر الخطأ النسبي التربيعي والأخطاء الفردية المعيارية. تم تنفيذ العمليات الحسابية والبيانية كافة باستخدام برنامج (R).

Abstract

Gaussian process regression models are used as statistical representations of complex computer models, due to their flexibility in capturing the shape of smooth functions. The Gaussian process regression model has a number of parameters, the estimation of which is an essential step towards building the model. The parameters considered are the regression coefficients, the variance parameter and the correlation lengths. Estimating these parameters is the problem we address in this thesis. The main contribution of this work is a comparison between estimating the parameters of the Gaussian process regression model using the maximum likelihood method (MLE), the restricted maximum likelihood method (RMLE) and the Monte Carlo Algorithm (MCMC). This comparison was made based on some validation measures. The Gaussian process regression model, whose parameters were estimated using the three methods above, was applied to real eight and ten-dimensional examples represented by the borehole function and the wing weight function. All the comparisons showed that the MCMC method gives the best results and then the RMLE method, especially when small sizes of samples, while the MLE's estimate works well when taking a specific size of training data equals at least ten times the dimensions of inputs. Accordingly, we conclude that By increasing the size of the sample, the quality of the estimate increases, through the decrease in the values of Root Relative Squared Error and Individual Standardized Errors . All mathematical and graphical calculations were achieved using the R program.

University of Mosul
College of Education
For Pure Science

A Comparative Study between Several Methods for Estimating the Parameters of the Gaussian Process Regression Model with Application

Amena Khalid Elias Khader

M.Sc. Thesis

Mathematics

Supervised by

Assist. Prof.

Dr. Younus Al-Taweel

2025 A.D. 1446 A.D.