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

New dynamic systems based on chaotic system with an exponential term

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 Master of Science in Mathematics/Computational

By

Ahmed Khudhur Khalaf Khashman

Supervised by

Assistant Professor

Dr. Saad Fawzi Jasim Al-Azzawi

2022 A.D. **1444 A.H.**

Abstract

Nonlinear dynamical systems that have one positive Lyapunov exponent with a nonlinear algebraic term play a prominent and vital role in important applications like encoding image and texts, because they achieve the necessary requirements for chaotic systems. Also, the systems which a nonlinear term are in the form of exponential or trigonometric functions are highly systems efficient in practical applications, but the availability of such systems is little compared to other systems.

In this thesis, a four simple systems with exponential terms (chaotic/hyperchaotic) of different dimensions (two four-dimensional systems and two five-dimensional systems) have been derived, from a three-dimensional system using two different strategies (coupling control strategy and state feedback controller strategy) and the comparison between both strategies are used to find out which one is the best in generation.

Experiments on the proposed systems in this study showed that the systems generated using the first strategy are self-excited attractors while the systems generated using the second strategy are hidden attractors. In addition, the largest of Lyapunov exponent in the coupling control strategy is greater than the second strategy. Been touched upon the study of the simplicity of the proposed systems in both strategies according to the Sprott's Criteria, where the results showed that the proposed systems have a fewer terms compared to the total number of terms of the traditional systems, the important characteristics of these systems and the effect of coupling parameters were also studied, in addition to Procedure some synchronization phenomena.

This study was based in extraction the results are on two sides: analytical methods and numerical simulation.

The theoretical results included: Lyapunov Stability Theory, Routh-Hurwitz theory, Jacobian matrix. While the numerical aspect included Wolf's algorithm, Bifurcation diagram and Synchronization programs. The simulation confirmed the operation the accuracy and validity of the theoretical results by matching the sum of the Lyapunov exponent with the value of the divergence for all systems.

أنظمة ديناميكية جديدة مرتكزة على نظام مضطرب ذات حد أسي

رسالة مقدمة
الى مجلس كلية علوم الحاسوب والرياضيات في جامعة الموصل
كجزء من متطلبات نيل شهادة ماجستير علوم في
الرياضيات/حاسوبية

من قبل

أحمد خضر خلف خشمان

بإشراف

الأستاذ المساعد

د. سعد فوزي جاسم العزاوي

1444هـ 2022م

المستخلص

تلعب الأنظمة الديناميكية غير الخطية التي تمتلك اسية ليبانوف واحدة موجبة مع حد جبري غير خطي دوراً بارزاً وحيوياً في التطبيقات المهمة مثل تشفير الصور والنصوص وذلك لأنها تحقق المتطلبات الضرورية للأنظمة المضطربة, كما تعد الأنظمة التي يكون حدها غير الخطي بشكل دوال اسية او مثلثية نظماً ذات كفاءة عالية في التطبيقات العملية, الا ان توفر مثل هذه الأنظمة يكون قليلاً مقارنة بالأنظمة الأخرى.

في هذه الرسالة تم اشتقاق أربعة أنظمة بسيطة ذوات حدود اسية (مضطربة / شديدة الاضطراب) مختلفة البعد (نظامان رباعيان و نظامان خماسيان) من نظام ثلاثي البعد باستخدام استراتيجيتان مختلفتان (استراتيجية الاقتران واستراتيجية سيطرة التغذية) والمقارنة بين كلا الاستراتيجيتين لمعرفة ايهما الأفضل في التوليد.

بينت التجارب على الأنظمة المقترحة في هذه الدراسة ان الأنظمة المتولدة باستخدام استراتيجية الاولى ذوات جواذب متحفزة ذاتياً بينما تكون الأنظمة المتولدة باستخدام استراتيجية الثانية ذوات جواذب مخفية, إضافة ان اكبر اسية ليبانوف في استراتيجة الاقتران هي اكبر من مثيلتها في الاستراتيجية الثانية. كما تم التطرق الى دراسة بساطة الأنظمة المقترحة بكلا الاستراتيجيتين بحسب معيار سبروت, حيث بينت النتائج ان الأنظمة المقترحة ذوات حدود اقل مقارنة بالعدد الكلي لحدود الأنظمة التقليدية, كما تمت دراسة الخصائص المهمة لهذه الانظمة وتأثير معلمات الاقتران. إضافة الى اجراء بعض ظواهر التزامن.

استندت هذه الدراسة في استخلاص النتائج على جانبين هما: طرق تحليلية و محاكاة عددية. تضمنت النتائج النظرية: نظرية استقرارية ليبانوف , نظرية Routh–Hurwitz, المصفوفة اليعقوبية. بينما ضم الجانب العددي خوارزمية Wolf's algorithm, مخطط التشعب, برامج المزامنة. اكدت المحاكاة العملية دقة وصحة النتائج النظرية من خلال تتطابق مجموع اسية ليبانوف مع قيمة التباعد لكل الانظمة.