



# تحليل الاستقرارية ومعالجة الفوضى في النظم الحركية متقطعة الزمن

عمر محمد جهاد محمود

رسالة ماجستير

الرياضيات / الرياضيات الحاسوبية

بإشراف

الأستاذ المساعد

د. ميسون مال الله عزيز

## المخلص

يعد مفهومي الاستقرار و الفوضى من المفاهيم الاساسية في الأنظمة الحركية ، التي جذبت العديد من الباحثين وذلك للحاجة الملحة لها في الكثير من التطبيقات المعاصرة .

في هذه الرسالة تم تقديم أنظمة حركية غير خطية متقطعة الزمن ، الأول : نظام ثنائي البعد ذو جاذب متحفز ذاتياً ، الثاني : نظام ثنائي البعد ذو جاذب مخفي ، والثالث : نظام ثلاثي الابعاد ، تم تحليل الخصائص الأساسية لهذه الأنظمة وإيجاد النقاط الثابتة (Fixed Points) لها وتحليل الاستقرارية (Stability Analysis) للنقاط الثابتة باستخدام الاختبارات : اختبار جذور المعادلة المميزة (Characteristic equation roots test)، اختبار جوري (Jury test)، اختبار دالة ليبانوف (Lyapunov function test)، إذ تبين لنا أن هذه الأنظمة تكون غير مستقرة (unstable) ، إذ استخدمت طريقة نيوتن رافسون لإيجاد أفضل القيم للأنظمة وبأقل خطأ ممكن و إيجاد السلوك الزمني وفضاء الطور لمتغيرات كل نظام منها وإيجاد مخططات التشعب (Bifurcation Diagrams) لتشعب معاملات كل نظام .

تم الكشف عن الفوضى في الأنظمة باستخدام الاختبارات : اختبار أسية ليبانوف (Lyapunov exponent) ، وحساب بعد ليبانوف (Lyapunov dimension) ، الاختبار الثنائي (0-1)، إذ تبين لنا أن هذه الأنظمة تكون ذات مسارات فوضوية (chaotic) .

تم معالجة الفوضى في هذه الأنظمة باستخدام تقنية السيطرة المكيفة – الملائمة (Adaptive control) عن طريق إنشاء وحدات تحكم مثالية مع معلمة غير المعلومة ، وكذلك استخدام تقنية السيطرة الراجعة (Feedback control) عن طريق إنشاء وحدات تحكم تتناسب مع النظام الفوضوي ، إذ استخدمت تقنية السيطرة المكيفة في الأنظمة الحركية ثنائية البعد وعند إجراء اختبارات الاستقرارية والفوضى للأنظمة بعد السيطرة كانت النتائج التي حصلنا عليها جيدة ، إذ أصبحت الأنظمة مستقرة ومنظمة، أما النظام الحركي ثلاثي الأبعاد تمت معالجة الفوضى لديه باستخدام تقنية السيطرة المكيفة وتقنية السيطرة الراجعة وعند إجراء اختبارات الاستقرارية والفوضى للنظام بعد السيطرة كانت النتائج التي حصلنا عليها أفضل عند معالجة الفوضى للنظام باستخدام تقنية السيطرة المكيفة ، وبذلك تم التوصل إلى أن تقنية السيطرة المكيفة أفضل في معالجة استقرارية وفوضوية النظام مقارنة مع تقنية السيطرة الراجعة .

**University of Mosul  
College of Computer Science  
and Mathematics**



# **Stability Analysis and Treatment Chaos in Discrete - Time Dynamical Systems**

**Omar Mohammad Jihad Mahmood**

**To**

**M.Sc. Thesis**

**Mathematics / Computational Mathematics**

**Supervised by**

**Asst. Prof. Dr. Maysoon Mal Allah Aziz**

## Abstract

The concept of stability and the concept of chaos is one of the important concepts in dynamical systems, which has attracted many researchers because of the significant need for it in the promotion of many contemporary applications. In this thesis, nonlinear discrete-time dynamical systems are presented, the first is a two-dimensional system with a Self-Excited attractor and the second is a two-dimensional system with a hidden attractor, and the third: a three-dimensional system. The basic characteristics of these systems were analyzed by fixed points, stability analysis fixed points by using the tests: (Characteristic equation roots test, Jury test, Lyapunov function test), as we found out that these systems are unstable, and Newton Raphson's method was used to find the best values for systems variables with the least possible error, and the time behavior and phase space of the variables were found for each of the system and the bifurcation diagrams of the bifurcation parameters were found. The chaos in the systems was detected using tests: Lyapunov exponent, Lyapunov dimension, the binary test (0-1), as we found out that these systems are chaotic.

Chaos was treated in two ways: Adaptive Control by creating an ideal control unit with an unknown parameter, as well as using the feedback control technique by creating a control unit that fits into the chaotic system. Adaptive control technique was used in two-dimensional dynamical systems, stability and chaos tests were performed on systems after control and the results obtained were good, as the systems became stable and regular, while the three dimensional system, stability and chaos was treated using adaptive and feedback control techniques, chaos tests were conducted of the system after control and the results obtained were better when treating the system using the adaptive control technique, and thus it was concluded that the adaptive control technique is better in treating the stability and chaos of the systems compared to the feedback control technique.