

## Abstract

This thesis presents a genetically trained Fuzzy Neural Controller (FNC), which combines the merits of Fuzzy Logic (FL), Neural Networks (NNs) and Genetic Algorithms (GAs), used as a feedback controller.

Using the learning abilities of NNs, the parameters of the FNC are directly adjusted based on minimizing a performance criterion by the GA. The GA, as a reinforcement learning technique, with real-coding operators, hybrid selection method and elitism strategy is used to determine the scaling factors of both the input variables and the output control action of the FNC as well as all other parameters of it. These parameters include the centers and widths of the membership functions (MFs) for the input variables and the quantisation levels of the output variable subjected to constraints on their values that are predefined by the expert.

Two different FNCs structures are described along with a third proposed one. These FNCs are used as feedback controllers and, based on simulation results; the proposed genetically trained Proportional-Integral-Derivative (PID)-like FNC has shown the best tracking performance over the two remaining controllers. The performance of the PID-like FNC has been evaluated for different simulated linear and nonlinear, time-invariant and time-variant plants including Single Input-Single Output (SISO) and Multiple Input-Multiple Output (MIMO) models. In addition, this controller robustness to output disturbances is also tested. Furthermore, a performance comparison between this controller and a classical, genetically tuned, PID controller has been carried out confirming the superiority of the former. Finally, the control of a two-link robot manipulator with a serial model reference adaptive control (MRAC) scheme has been considered, as a case study, via computer simulations. The proposed controller has proved its effectiveness in tracking several trajectories even when some constraints are subjected to its control signals. In addition the mass-

## الخلاصة

هذه الأطروحة تقدم مسيطر ضبابي عصبي مدرَّب جينياً والذي يربط فوائد المنطق المضبيب، الشبكات العصبية والخوارزميات الجينية، مُستخدم كمسيطر ذا تغذية عكسية.

باستخدام قابليات التعلم للشبكات العصبية، مُعاملات المسيطر الضبابي العصبي تُضبط بصورة مباشرة استناداً الى تقليل معيار اداء بواسطة الخوارزمية الجينية. الخوارزمية الجينية، كتقنية تعلم مُباشرة استناداً الى تقليل معيار اداء بواسطة الخوارزمية الجينية. الخوارزمية الجينية، كتقنية تعلم تعزيزية، مع معاملات ترميز بالقيم الحقيقية، طريقة اختيار مهجنة وحكم النخبة تُستخدم لايجاد عوامل التقييس لكل من متغيرات الادخال واثارة السيطرة الخارجية للمسيطر الضبابي العصبي وكذلك كل معاملاته الاخرى. هذه المعاملات تتضمن المراكز والامتدادات لدوال العضوية لمتغيرات الادخال ومستويات الكميات لمتغير الاخراج مُعرضة الى قيود على قيمها والمعرفة مُسبقاً من قبل الخبير.

هيكلا مسيطران مضببان عصبيان مُختلفان قد تم وصفهما مع ثالث مُقترح. هذه المسيطرات المضببية العصبية تُستخدم كمسيطرات ذات تغذية عكسية، وبناءً على نتائج التمثيل، المسيطر الضبابي العصبي المُشبه بالمسيطر التفاضلي-التكاملي-التناسبي المُدرَّب جينياً المُقترح قد اظهر افضل اداء تتبع مقارنة بالمسيطرين الآخرين. اداء المسيطر الضبابي العصبي المُشبه بالمسيطر التفاضلي-التكاملي-التناسبي تم تقييمه باستخدام انظمة ممثلة مختلفة خطية ولاخطية، غير متغيرة زمنياً و متغيرة زمنياً والتناظرية نماذج أحادية الدخول-أحادية الخرج ومتعددة الادخال- متعددة الاخراج. بالاضافة الى ذلك، متانة هذا المسيطر للتعامل مع التشويش الخارجي قد أُختبرت ايضاً. وكذلك تم اجراء مقارنة اداء بين

هذا المسيطر ومسيطر تفاضلي-تكاملي-تناسبي تقليدي مُنعم جينياً مؤكدة افضلية الأول. واخيراً السيطرة على ذراع روبوت ثنائية الصلة مع اسلوب السيطرة المتكيفة للنموذج المرجع المتوالي قد اخذت بنظر الاعتبار كمثال للدراسة بواسطة محاكاة حاسوبية. المسيطر المُقترح قد أثبت فعاليته في تتبع عدة مسارات حتى عندما تم تسليط بعض القيود على اشارات السيطرة الخاصة به. بالاضافة الى ذلك اختبار تغير الكتلة قد اثبت قابلية هذا المسيطر في التعامل مع التغيرات التي قد تحدث في نموذج الروبوت.