

Abstract

Autonomous robot navigation (A.R.N.) can support humans in many applications. Autonomous navigation is a difficult problem due to the variability of the surrounding world. Fuzzy Logic System (F.S.) has features that make it an adequate tool for addressing this problem and provides significant advantages over classical control methods.

In this thesis, the fuzzy rules are collected according to the given application. Two algorithmic models, inspired by biological and natural systems, are developed and used to solve the A.R.N. problem efficiently. First, the Fuzzy-Artificial Immune System (Fuzzy-A.I.S.) algorithm is developed and used for evolving a fuzzy rule-base, which is used to, adaptively, control a simulated mobile robot. The optimized model is used as an immune system to prevent the robot from illegal moves or collisions. Several experiments have been conducted with different repertoire/population sizes. The results are compared with the traditional Genetic Algorithm (G.A.) technique. However, the results show that using A.I.S. paradigm outperforms G.A. technique on the short run, whereas G.A. outperforms A.I.S. on the long run. The basis for this application is a two-dimensional mobile robot simulator, named Rossum's Playhouse (R.P.1), which is intended to aid developers implementing robot control and navigation logic without excessive complexity.

Second, the Fuzzy-Ant Colony Optimization (Fuzzy-A.C.O.) algorithm is developed and used as an optimized model for robot navigation. This optimized model is inspired by the foraging behaviour of real ants. Several experiments have been conducted over different simulated environments with different complexity and scenarios. The results are compared with the A.I.S. technique. The results show that the proposed approach performs better with time limitation.

المستخلص

يدعم الإنسان الآلي المستقل ذاتيا البشرية في العديد من التطبيقات، وتعتبر عملية الاستقلال ذاتيا من المسائل الصعبة نظرا للتغير في طبيعة العالم الخارجي، وبما أن نظام المنطق الضبابي له مواصفات تجعله أداة مناسبة للتعامل مع مثل هذه المسائل ، فان ذلك يضيف مميزات بارزة على طرق التحكم التقليدية.

لقد تم جمع القواعد الضبابية في هذه الأطروحة طبقا للتطبيق المعطى، كما تم تطوير واستخدام نموذجين خوارزميين مستوحيين من الأنظمة الطبيعية والحيوية وذلك لحل مسألة الاستقلال الذاتي بكفاءة، حيث تم أولا تطوير واستخدام الخوارزمية (الضبابية-نظام المناعة الاصطناعية) لاستنباط قاعدة القانون التي تستخدم للتحكم بإنسان آلي جوال محاكي، وتم استخدام هذا النموذج المحسن كنظام مناعة وذلك لوقاية الإنسان الآلي من الحركات الغير شرعية أو الإضطدامات، كما تم إجراء عدة تجارب باستخدام أحجام سكان وذاكرات مناعية مختلفة، وتم مقارنة النتائج مع تقنية الخوارزمية الوراثة التقليدية، والتي أظهرت أن استخدام نموذج نظام المناعة الاصطناعي يتفوق على تقنية الخوارزمية الوراثة التقليدية في المدى القريب، بينما تتفوق تقنية الخوارزمية الوراثة التقليدية على نظام المناعة الاصطناعي في المدى البعيد، أما البنية الأساسية لهذا التطبيق فانه محاكي لإنسان آلي جوال ثنائي الأبعاد يسمى Rossum's Playhouse والذي تم عمله لمساعدة المطورين في تطبيق منطق السير والتحكم للإنسان الآلي بدون تعقيد مفرط.

ثانيا، تم تطوير واستخدام الخوارزمية (الضبابية-أمثلية مستعمرة النمل) كنموذج محسن من أجل سير الإنسان الآلي، وهذا النموذج المحسن مستوحى من سلوك العلف عند النمل الحقيقي، وقد تم إجراء عدة تجارب باستخدام بيئات محاكاة مختلفة بتعقيدات وسيناريوهات مختلفة، وتم مقارنة النتائج مع تقنية نظام المناعة الاصطناعي، والتي أظهرت أن النظرة المقترحة تعمل أفضل بتقييد وقتي.