

Опубликовано в материалах 2-й межвузовской научной конференции по проблемам информатики СПИСОК-2011, с. 339-342.

М. В. Буздалов

*Санкт-Петербургский государственный университет
информационных технологий, механики и оптики*

Генерация конечных автоматов с помощью генетических алгоритмов для решения задач навигации*

Введение

Задачи навигации возникают в различных отраслях современной науки, включая робототехнику. На практике часто возникают задачи о перемещении робота из одной точки в другую в различном пространстве конфигураций.

В данном исследовании рассматриваются роботы, находящиеся в двумерной области с препятствиями. Робот должен добраться из стартовой точки в целевую, не пересекая препятствия. При этом он знает свои текущие координаты и координаты цели, а также способен хранить крайне небольшой объем данных (несколько чисел). Робот получает информацию об окружающей среде от контактных сенсоров.

Существуют алгоритмы, решающие данную задачу – алгоритмы семейства *Vig* [1–4]. В данном исследовании исследуется возможность *автоматического* построения управляющего конечного автомата для робота, который решает описанную задачу навигации. Построенный

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект №10-01-00654а

автомат может применяться в качестве части управляющей системы, построенной согласно парадигме автоматного программирования [5].

Постановка задачи

Упростим ранее сформулированную задачу поиска цели в области с препятствиями. Определим область как бесконечное клетчатое поле. Некоторые клетки этой области заняты препятствиями, причем таких клеток конечное число. Цель находится в одной из клеток, не занятых препятствием. Агент также занимает одну клетку. Агент может перемещаться только в клетки, смежные по стороне с текущей и не занятые препятствиями.

Агент знает свои координаты, а также координаты цели. Будем также считать, что у агента есть ориентация в пространстве и, как следствие, выделенное направление «вперед».

Агент управляется конечным автоматом. Конечный автомат принимает ряд входных воздействий и формирует на их основе ряд выходных воздействий. Также у агента есть $O(1)$ дополнительной памяти – помимо собственных координат, координат цели и информации об ориентации в пространстве, он может хранить координаты еще одной точки и число, определяющее ориентацию автомата. Доступ к координатам агента, цели и сохраненной точки осуществляется с помощью входных и выходных воздействий автомата.

Генетический алгоритм

В данном исследовании для автоматического построения конечного автомата применяется генетический алгоритм [6]. Функция приспособленности каждого конкретного автомата определяется исходя из того, как этот автомат проходит некоторый набор полей – тестов. В

свою очередь, этот набор полей также эволюционирует параллельно с эволюцией популяции автоматов, таким образом, применяется коэволюция [7]. Цель применения коэволюции – обеспечить отсутствие сходимости генетического алгоритма к неверным решениям вследствие неполноты набора тестов, а также создание благоприятных условий для работы генетического алгоритма.

Особью генетического алгоритма является список деревьев решений [8], задающих конечный автомат. Для работы с деревьями решений используются генетические операторы, стандартные для генетического программирования.

Полученные результаты

С помощью описанного генетического алгоритма и метода генерации тестов, при котором цель всегда была достижима, был сгенерирован конечный автомат всего из трех состояний, решающий задачу при условии, что цель всегда достижима. Его граф переходов изображен на рис. 1.

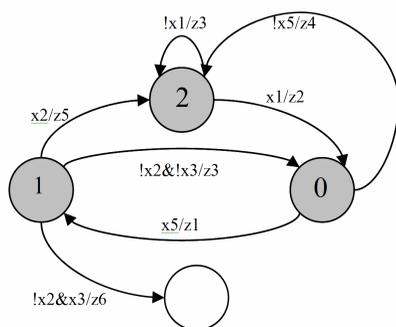


Рис. 1. Автомат для случая достижимой цели

Данный автомат весьма элегантно производит проверку всех необходимых условий, движение в сторону цели, когда это возможно, и обход препятствия. На рис. 2

состоянии 2, чтобы получить полное решение задачи. Этот автомат изображен на рис. 3.

Заключение

Генетические алгоритмы с использованием коэволюции возможно применять для генерации конечных автоматов, используемых при решении тех задач навигации, где применима парадигма автоматного программирования. При этом полученные решения обладают аналитически доказуемой корректностью, а в процессе их поиска компьютер находит новые нетривиальные методы решения встречающихся задач.

Литература

1. *Lumelsky V. J., Stepanov A. A.* Path planning strategies for a point mobile automaton moving amidst unknown obstacles of arbitrary shape. *Algorithmica*, 2: 403–430, 1987.
2. *Lumelsky V. J., Skewis T.* Incorporating range sensing in the robot navigation function. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 20(5):1058–1068, 1990
3. *Kamon I, Rimon E, Rivlin E.* A New Range-Sensor Based Globally Convergent Navigation Algorithm for Mobile Robots. CIS – Center of Intelligent Systems 9517, Computer Science Dept., Technion, Israel, 1995.
4. *Liu Y. H., Arimoto S.* Path planning using a tangent graph for mobile robots among polygonal and curved obstacles. *International Journal of Robotic Research*, 11(4):376–382, 1992
5. *Поликарпова Н. И., Шальто А. А.* Автоматное программирование. СПб.: Питер, 2010.
6. *Holland John H.* *Adaptation in Natural and Artificial Systems.* University of Michigan Press, Ann Arbor. 1975
7. *Hillis W. D.* Co-evolving parasites improve simulated evolution as an optimization procedure. *Phys. D Vol. 42, Issue 1-3 (Jun. 1990)*, pp. 228–234
8. *Данилов В. Р.* Технология генетического программирования для генерации автоматов управления со сложным

поведением. СПбГУ ИТМО, 2007. Бакалаврская работа.
http://is.ifmo.ru/papers/danilov_bachelor