

Сапунов С.В.

Институт прикладной математики и механики НАН Украины, Донецк

Самолокализация мобильного робота в топологической среде

Задачи навигации автономных мобильных роботов (МР) являются одними из основных задач искусственного интеллекта [1]. Одно из необходимых условий автономности МР – наличие модели (карты) его операционной среды. К моделированию таких сред выделились метрический и топологический подходы. Топологические модели представляют собой неориентированные графы с помеченными различными способами вершинами и/или ребрами. Общая задача картографирования (robotic mapping problem) подразделяется на три взаимосвязанные задачи: построение МР карты (map exploration), определение положения МР на карте или его самолокализация (robot self-location) и проверка соответствия среды и карты (map validation) [2]. В случае, когда в качестве модели среды выступает граф, задача самолокализации состоит в том, чтобы МР, имея полное описание графа среды, определил неизвестную ему априори начальную вершину. Предлагаемое решение заключается в построении и проведении диагностического эксперимента.

Конечным простым связным неорграфом с помеченными вершинами назовем четверку $G = (G, E(G), M, \mu)$, где G – множество вершин, $E(G)$ – множество ребер, M – множество меток вершин, $\mu : G \rightarrow M$ – сюръективная функция разметки. Множество $O(g) = E(g) \cup \{g\}$ назовем окрестностью вершины $g \in G$. Граф G назовем детерминированным, если для любой вершины $g \in G$ и любых вершин $s, t \in O(g)$ из $s \neq t$ следует $\mu(s) \neq \mu(t)$. Последовательность меток вершин $\mu(g_1), \dots, \mu(g_k)$, соответствующую некоторому пути g_1, \dots, g_k в графе G , назовем словом, порожденным вершиной $g_1 \in G$. Определим язык L_g как множество всех слов, порождаемых вершиной g .

Введено понятие эксперимента с графом, основанное на проверке МР наличия/отсутствия в языке графа заданных множеств слов. Эксперимент назовем диагностическим, если априори полностью известен граф G , и МР установлен в произвольную начальную вершину этого графа, а целью является определение этой вершины. Предложено понятие идентификатора вершины графа – конечного множества слов в алфавите меток, которое отличает данную вершину от всех других вершин. Найдены условия существования, оценки сложности идентификаторов, и разработаны методы их построения. Разработан метод построения и проведения диагностических экспериментов с помеченными графами, основанный на построении идентификаторов всех вершин графа. Показано, что для детерминированных графов этот метод полиномиален. В [3] И.К. Рысцовым показано, что достижимая высота кратчайшего простого диагностического эксперимента с конечным автоматом экспоненциальна, что является кардинальным отличием экспериментов с графами от экспериментов с автоматами.

Литература

1. Thrun S. Robotic mapping: A survey // Exploring Artificial Intelligence in the New Millennium. – Morgan Kaufmann, 2002. – P. 1–35.
2. Dudek J., Jenkin M., Milios E., Wilkes D. Map validation and Robot Self-Location in a Graph-Like World // Robotics and Autonomous Systems. – 1997. – Vol. 22(2). – P. 159–178.
3. Рысцов И.К. Исследование сложности решения некоторых задач теории конечных автоматов: Автореф. дис. канд. физ.-мат. наук: 01.01.09 / Ин-т кибернетики АН УССР. – К., 1980. – С. 16.