

НАХОЖДЕНИЕ КРАТЧАЙШЕГО ПУТИ ДВИЖЕНИЯ РОБОТА-КУРЬЕРА ДО ЦЕЛИ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЗАКАЗА ПО QR-КОДУ

Боноев М. А.,

Руководитель Вшивков Ю. Ф.

Ключевые слова: мобильный робот, кватернионы, алгоритм A*, применение QR-код, Robot Operating System

Работа посвящена решению актуальной задачи по разработке алгоритмов управления роботизированной системой. Целью является изучение и программная интеграция методов навигации в робототехнике и алгоритмов компьютерного зрения для обеспечения автономного управления мобильной роботизированной платформой.

Математическая модель движения мобильного робота на плоскости описывается дифференциальными уравнениями относительно линейной и угловой скоростей в декартовых (1) и полярных (2) координатах соответственно [1, с. 6]:

$$(yf'_x - xf'_y)\omega - f'_x v_x - f'_y v_y + f'_t = 0 \quad (1)$$

$$-h'_p \omega + \left(\cos \psi + h'_\psi \frac{\sin \psi}{\rho} \right) v_x + \left(\sin \psi - h'_\psi \frac{\cos \psi}{\rho} \right) v_y + h'_t = 0 \quad (2)$$

В робототехнике для определения пространственной ориентации робота принято использовать кватернионы [2, с. 11]. В отличие от углов Эйлера они позволяют избежать проблемы шарнирного замка – потери одной степени свободы при определенных углах поворота.

Кватернионы – система гиперкомплексных чисел, образующих векторное пространство размерностью четыре над полем вещественных чисел (3).

$$q = (\lambda_0, \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3) = \lambda_0 + \lambda_1 i + \lambda_2 j + \lambda_3 k \quad (3)$$

Для решения задачи поиска кратчайшего пути был выбран алгоритм A* (4) с эвристической оценкой на основе манхэттенского расстояния (6) [3, с. 102]:

$$f(v) = g(v) + h(v) \quad (4)$$

$$h(v) = |v.x - goal.x| + |v.y - goal.y| \quad (5)$$

В работе для задания координат движения робота и определения груза применяется QR-код. Для чтения QR-кода используется понятие момента изображения 0-го и 1-го порядка, которые позволяют определить геометрический центр изображения [4, с. 55].

Задачи, рассмотренные выше, алгоритм A* и чтение QR-кода, были реализованы в виде программ на языке программирования Python. На основе мета-операционной системе Robot Operating System и

реализованных программ была создана методика для автономного управления роботом-курьером, включающая автоматическую идентификацию груза и построение оптимального маршрута до цели, с последующим возвращением в начальные координаты.

Экспериментальная проверка подтвердила корректность работы алгоритмов. Робот успешно идентифицирует информацию из QR-кода, строит маршрут и перемещается по указанным координатам.

Литература

1. Минин, А. А. Навигация и управление мобильным роботом, оснащённым лазерным дальномером: специальность 05.02.05 «Роботы, мехатроника и робототехнические системы»: Автореферат на соискание кандидата технических наук / Минин, А. А.; Московский Государственный Технический Университет им. Н.Э. Баумана. — Москва, 2008. — 18 с.

2. Бранец, В. Н., Шмыглевский, И. П. Применение кватернионов в задачах ориентации твёрдого тела [Текст] / В. Н. Бранец, И. П. Шмыглевский — 1-е изд. — Москва: «Наука», 1973.

3. Hart P. E., Nilsson N. J., Raphael B. A Formal Basis for the Heuristic Determination of Minimum Cost Paths // IEEE Transactions on Systems Science and Cybernetics. 1968. Vol. 4, № 2. P. 100–107.

4. ISO/IEC 18004:2015. Information technology — Automatic identification and data capture techniques — QR Code bar code symbology specification. Geneva: ISO/IEC, 2015. 114 p.