

УПРАВЛЕНИЕ МОБИЛЬНЫМ РОБОТОМ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ С НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКОЙ

Блох Д.Е., Панищев В.С.

Юго-Западный государственный университет, Курск

Ключевые слова: мобильный робот, нечеткая логика, система управления, широтно-импульсная модуляция, деффузификация.

Аннотация. Доклад посвящен разработке независимой системы управления передвижением мобильного робота на двухколесной или гусеничной базе, использующей кинетическую схему движения. Рассмотрена разработанная система с двумя иерархическими уровнями расчета скважности и задержки широтно-импульсной модуляции сигнала управления двигателями. Приведены результаты компьютерного моделирования полученной системы в виде графиков.

MOBILE ROBOT CONTROL BASED ON FUZZY LOGIC SYSTEM

Blokh D.E., Panishchev V.S.

South-West State University, Kursk

Keywords: mobile robot, fuzzy logic, control system, pulse-width modulation, defuzzification.

Abstract. The paper is devoted to the development of an independent motion control system for a mobile robot on a two-wheeled or tracked base using a kinetic motion scheme. The developed system with two hierarchical levels of calculation of the rate and delay of pulse-width modulation of the motor control signal is considered. The results of computer modeling of the obtained system in the form of graphs are given.

Система строится для мобильного робота на двухколесной или гусеничной основе с кинетической схемой движения по плоской местности [1]. Два независимых мотора управляются с помощью расчета скважности и задержки сигнала ШИМ регулятора. Система разбита на два иерархических уровня, в каждом из которых вычисляются собственные значения параметров. Полное представление системы обоих уровней в виде треугольных функций принадлежности показано на рисунках 1 и 2.

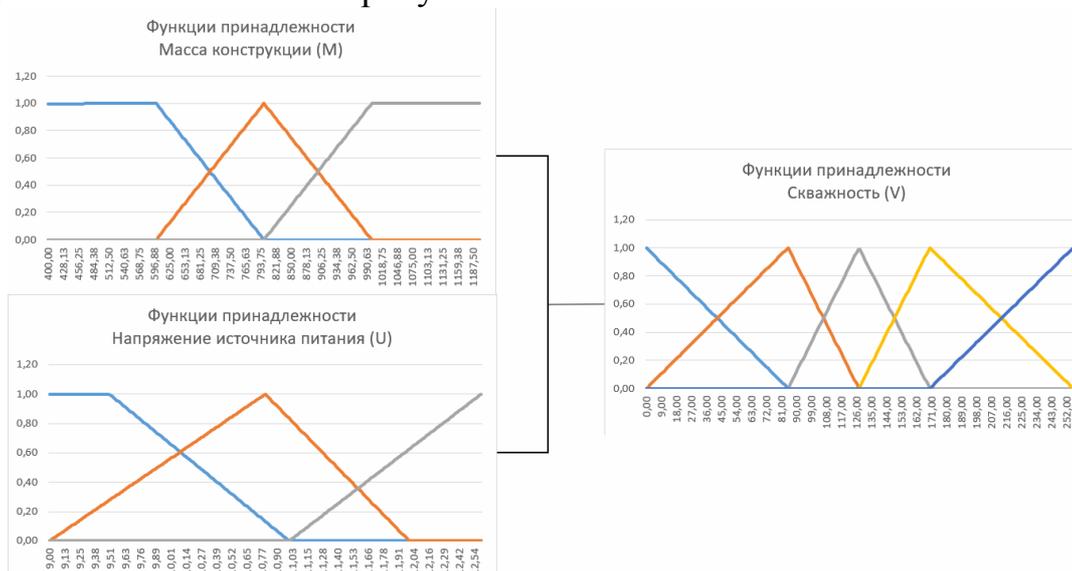


Рис. 1. Первый уровень иерархической системы

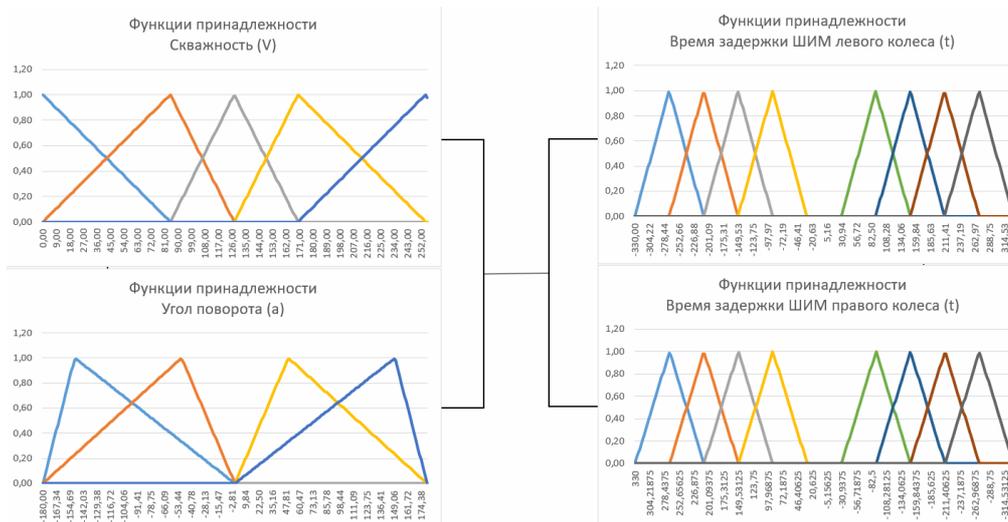


Рис. 2. Второй уровень иерархической системы

Первый уровень производит расчеты на основе следующих входных данных: масса мобильного робота – высчитывается перед эксплуатацией и является константой величиной на момент работы; напряжение на источнике питания – элементом питания являются аккумуляторные ячейки по 3,7 В, соединённые последовательно, рабочее напряжение от 9 до 12,6 В, по мере разряда источника сигнал будет регулироваться. Выходным параметром является скважность ШИМ сигнала на оба двигателя мобильного робота.

Второй уровень включает в себя данные, полученные с первого уровня иерархии, и угол поворота, полученный от независимой системы навигации [2] мобильного робота. На выходе получают два значения задержки ШИМ сигнала для левого и правого колеса.

При расчете в составе системы нечетко-логического вывода для входных сигналов производится определение степени принадлежности и фаззификация по формуле

$$\mu(y) = \begin{cases} \frac{x - m_1}{m_2 - x}, & \text{если } (x \leq m_2) \text{ и } (x \geq m_1), \\ \frac{m_3 - x}{m_3 - m_2}, & \text{если } (x \leq m_3) \text{ и } (x \geq m_2), \\ 0, & \text{если } (x < m_1) \text{ и } (x > m_3), \end{cases} \quad (1)$$

где x – значение области определения – $x \in [m_1, m_2]$; m_1, m_2, m_3 – метки треугольной функции принадлежности.

После расчетов выходные данные дефаззифицируются на основе метода отношения площадей [3] по формуле

$$R = \left[\frac{\sum_{i=1}^n \left[\frac{h_i \cdot (l_{1i} + 4l_{2i} + l_{3i})}{6} \right]}{\left[n \cdot \frac{(x_2 - x_1)}{2} \right]} \right] \cdot (x_3 - x_2) + x_1, \quad (2)$$

где h_i – высота i -ой функции принадлежности; n – число функций принадлежности; x_1 – точка начала основания первой функции принадлежности и

области определения; x_2 – точка конца основания первой функции принадлежности; x_3 – точка конца области определения; l_{1i} , l_{2i} , l_{3i} – длина основания, середины и верхнего основания i -ой функции принадлежности.

Для наглядной демонстрации работы системы и изучения ее работы были произведены математические расчеты и компьютерное моделирование в определенных диапазонах значений, которые могут быть получены в ходе физического эксперимента. Графики моделирования представлены на рисунках 3 и 4.

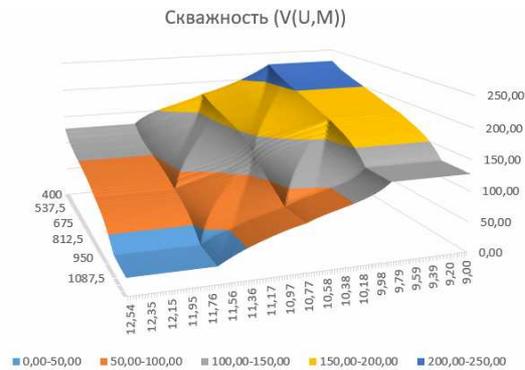


Рис. 3. Результаты моделирования первого уровня системы (Скважность)

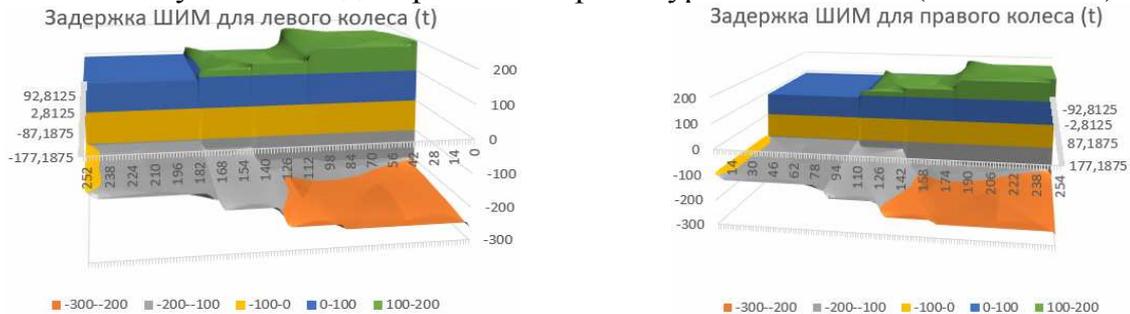


Рис. 4. Результаты моделирования второго уровня системы (Задержка ШИМ сигнала для левого и правого колес)

Полученная система позволяет управлять передвижением мобильного робота в зависимости от нескольких входных параметров в реальном времени. В результате исследований и сравнения с похожими и известными решениями было выявлено незначительное улучшение точности передвижения в системе без обратной связи.

Список литературы

1. Бобырь М.В., Кулабухов С.А., Якушев А.С. Нечеткая иерархическая система угловой ориентации мобильного робота. Часть II // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2016. – Т. 17, №8. – С. 531-535.
2. Бобырь М.В, Блох Д.Е. Смарт робот с системой навигации на основе датчика 2D-LIDAR // Техника и технологии: пути инновационного развития. Сборник научных трудов 10-й Международной научно-практической конференции. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2021. – С. 37-40.
3. Bobur M.V., Milostnaya N.A., Kulabukhov S.A. A Method of defuzzification based on the approach of areas' ratio // Applied soft computing. 2017, vol. 59, pp. 19-32.

Сведения об авторах:

Блох Денис Евгеньевич – аспирант;

Панищев Владимир Славиевич – к.т.н., доцент кафедры Вычислительной техники.