

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЧЕТКОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МОБИЛЬНОГО РОБОТА, ОРИЕНТИРУЮЩЕГОСЯ В ПРОСТРАНСТВЕ

А. С. Цайтлер
Е. М. Яковлева

Томский политехнический университет
asc12@tpu.ru

Введение

Современные автономные мобильные роботы решают множество задач, улучшая качество жизни людей. Решение задачи управления мобильной робототехникой имеет важное практическое значение.

Современные системы автоматизации расширяют поле деятельности, дополняя классические методы управления новыми, интеллектуальными. К таким методам относятся следующие алгоритмы:

- гипотеза-тест;
- метод скелетирования;
- нечеткая логика [1].

Целью работы является проектирование подвижной автономной колесной платформы, перемещающейся в пространстве, способной обнаруживать препятствия и избегать столкновения с ними. В процессе разработки необходимо будет подобрать алгоритм управления.

Аппаратная часть

Известный микроконтроллер Arduino UNO характеризуется:

- простотой программирования;
- надежностью;
- потреблением меньшего количества энергии;
- дешевизной.

Кроме того, программная среда Arduino снабжена библиотеками, служащими для упрощения программирования. Так, при программировании используется библиотека eFLL (Embedded Fuzzy Logic Library) [2]. Поэтому для создания первой версии проекта был выбран микроконтроллер Arduino UNO. Этого достаточно для программной реализации простейшего нечеткого регулятора.

Поскольку Arduino не может обеспечить величину тока, потребляемую двигателями, нет смысла подключать их напрямую. В проекте применяется плата Ardumoto Shield, основанная на микросхеме L298P.

В ходе проектирования было решено выбрать электрические двигатели постоянного тока с редукторами. Они характеризуются дешевизной и простотой применения.

Элементами информационно-измерительной системы являются датчики расстояний. Существует несколько видов таких датчиков:

- ИК-датчики;
- Оптический рефлекторный датчик;

- Ультразвуковой датчик.

Первые два датчика характеризуются двумя важными недостатками: они подвержены помехам, в том числе от любых источников света; в измерениях всегда присутствует погрешность, вызванная различной отражающей способностью поверхностей объектов. Исходя из рассмотренных недостатков, в проекте применяется ультразвуковой датчик расстояний HC-SR04, который имеет диапазон измерений от 2 до 500 см, не подвержен ошибкам измерения из-за цвета или текстуры объекта, являющегося препятствием, выдает аналоговые значения расстояний [3].

Для увеличения угла обзора датчика, и обеспечения его поворота налево и направо, применяется сервопривод MG90S.

Схема подключения мобильного робота приведена на рисунке 1.

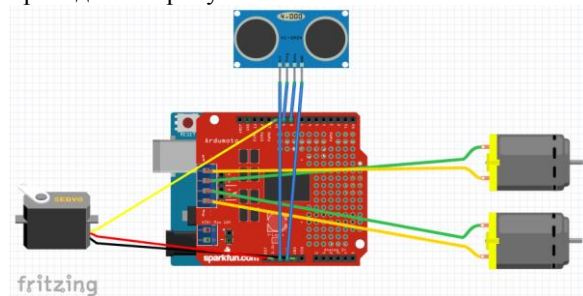


Рис.1. Схема подключения.

Выбор регулятора

Задача исследования – разработка алгоритма, позволяющего роботу самостоятельно ориентироваться в пространстве, избегая столкновений с помехами.

Самым простым является метод гипотезы и теста. Его основными этапами являются:

- предложение гипотезы в виде пути-кандидата от начальной до конечной точки траектории движения робота;

- все направления движения тестируются на возможность столкновения с препятствиями;

- если обнаруживается возможность столкновения, препятствие исследуется с целью определения пути обхода.

Такой алгоритм хорошо работает для случаев, когда препятствия встречаются редко и не являются динамическими, то есть, когда траектория пути заранее известна. Для построения таких алгоритмов используют методы одометрии. Целесообразность применения этих методов рассмотрена в статье [4].

Методы скелетирования основаны на идее заполнения пути движения равноудаленными от

препятствий точками, образующими прямые линии, по которым в дальнейшем робот будет ориентироваться в пространстве. В любом случае, оба метода подразумевают наличие знаний о препятствиях, которые могут появиться на пути робота. Таких недостатков лишен алгоритм, основанный на нечеткой логике. Он позволяет учитывать динамически изменяющиеся препятствия, так как производит однозначное преобразование вектора входных сигналов в вектор выходных в каждый момент времени.

Регулятор описывается базой знаний, или базой продукционных правил. Продукционные правила для таких регуляторов описываются при помощи лингвистических переменных. С ними можно связывать любые физические величины, такие как «дистанция», «скорость», значения которых определяются с помощью термов: «далеко», «близко», «медленно», «быстро». При этом каждому терму ставится в соответствие некоторое значение описываемой величины. Соответствие того или иного значения определяется величиной функции принадлежности, которая описывается при разработке базы знаний для системы.

Результаты исследования

Все системы с нечеткой логикой функционируют по одному принципу: показания измерительных приборов: фаззифицируются, обрабатываются, дефаззифицируются, и в виде обычных цифровых сигналов подаются на исполнительные устройства. Разработанная система управления представлена на рисунке 3.

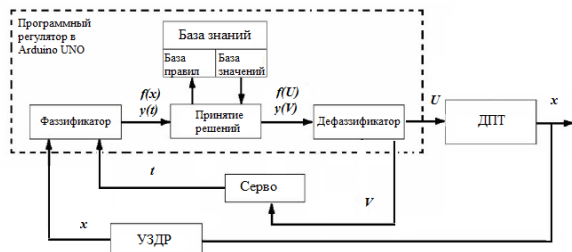


Рис. 2. Разработанная САУ

U , V – дефаззифицированные значения управляющих напряжений, выдаваемых контроллером;

x – расстояние до препятствия, изменяющееся с течением времени;

t – угол поворота серводвигателя для изменения угла обзора УЗДР;

$f(x)$, $y(t)$ – фаззифицированные значения угла и расстояния, описываемые лингвистическими переменными;

$f(U)$, $y(V)$ – переменные, подлежащие дефаззификации с целью выработки управляющих воздействий;

УЗДР – аббревиатура для ультразвукового датчика расстояния.

Сформулированная база правил для полученного регулятора приведена на рисунке 4.

		Дистанция	
		$\leq 30\text{см}$	$> 30\text{см}$
Серводвигатель	Лево	Остановка, серво – вправо	Поворот налево с максимальной скоростью, серво – прямо
	Прямо	Остановка, серво – влево	Движение вперед с максимальной скоростью, серво – прямо
	Право	Разворот	Поворот направо с максимальной скоростью, серво – прямо

Рис. 3. База знаний

Внешний вид разработанного робота представлен на рисунке 5.

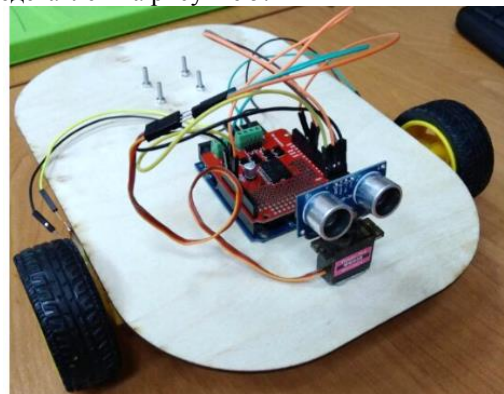


Рис. 4. Мобильный робот

Таким образом, на основе нечеткой логики и аппаратной базе микроконтроллера Arduino UNO спроектирована система автоматического управления автономным мобильным роботом, способным выполнять остановку вблизи препятствия. В процессе проектирования были обоснованно подобраны основные элементы и произведена сборка мобильного робота. Дальнейшие разработки нечеткого регулятора обеспечат свободное передвижение и ориентирование мобильного робота в пространстве.

Список использованных источников

1 Плотников В.А. Анализ эффективности существующих методов отклонения от столкновения для мобильного робота. Статья в журнале «Искусственный интеллект», №4, 2010.

2 A Fuzzy Library for Arduino and Embedded Systems [Электронный ресурс] URL: <http://www.zerokol.com/2012/09/arduino-fuzzy-fuzzy-library-for-arduino.html> (дата обращения: 20.05.2017).

3 HC-SR04 User Guide.

4 Цайтлер А.С. Яковлева Е.М. Определение положения объекта в пространстве с помощью инерциальных измерительных устройств. Статья в сборнике XV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «МСИТ» – 2016.