

## БАЗОВЫЕ АЛГОРИТМЫ ДВИЖЕНИЯ МОБИЛЬНОГО РОБОТА

**Ананко С. В.,**

Морской государственный университет  
имени адмирала Г.И. Невельского (г. Владивосток)  
схетауа@mail.ru

**Аннотация.** В работе представлено поэтапное описание разработанных, запрограммированных и протестированных алгоритмов движения мобильного робота Pololu 3pi по заданной траектории и по лабиринту.

**Ключевые слова:** мобильный робот, сенсор, калибровка, направление, поворот.

## THE BASIC ALGORITHMS OF MOBILE ROBOT MOVEMENTS

**Ananko S. V.,**

Maritime State University named after G.I. Nevelskoi (Vladivostok)

**Abstract.** A description of programmed and tested algorithms to the desired path and through a maze for the mobile robot Pololu 3pi motions are presents in this paper.

**Keywords:** mobile robot, sensor, calibration, direction, turn.

В работах [1, 2] описывается модель нечеткой системы определения направления поворота мобильного робота при его движении по черной линии, изображенной на белой поверхности. Такая нечеткая система состоит из пяти входных лингвистических переменных по три терма в каждой, при этом каждая лингвистическая переменная соответствовала информации от пяти сенсоров мобильного робота. Для тестирования нечеткой системы использован мобильный робот Pololu 3pi [3] размером примерно 9,5 см в диаметре и весом примерно 83 г., способный развивать скорость до 100 см/сек. Основой мобильного робота является программируемый AVR микроконтроллер ATmega328, работающий на частоте 20 МГц и использующий 32 Кб флеш-памяти. Разработчиками предоставлен обширный набор программных библиотек [4] для работы с интегрированным оборудованием, например, позволяющих выводить символы на жидкокристаллический дисплей с использованием различных эффектов (мерцание, движение и др.), проигрывать отдельные звуки и простые мелодии разной громкости, зажигать/гасить LED-индикаторы и т.д.

Настоящая работа посвящена описанию реализованных автором базовых алгоритмов движения мобильного робота Pololu 3pi, призванных стать основой для перехода к нечетким системам управления – движения по заданной траектории и по лабиринту.

Алгоритм движения мобильного робота Pololu 3pi по заданной траектории содержит следующие этапы.

**Этап 1.** После включения мобильного робота Pololu 3pi происходит загрузка необходимого инструментария из библиотеки 3pi.h, поставляемой в комплекте с основным программным обеспечением, т.е. производится загрузка функций для работы с сенсорами, жидкокристаллическим дисплеем и микродвигателями.

**Этап 2.** Происходит калибровка пяти сенсоров: мобильный робот Pololu 3pi поворачивается влево-вправо, давая возможность сенсорам увидеть заданную траекторию.

**Этап 3.** После калибровки ожидается нажатие пользователем кнопки В, которая запустит основной цикл движения. До этого момента на жидкокристаллическом дисплее отображается служебная информация (например, текущий заряд батареи).

**Этап 4.** Как только цикл запустился, происходит определение положения робота Pololu 3pi относительно заданной траектории. Функция `read_line()` считывает сигналы с сенсоров и возвращает значение от 0 до 4000. Например, если заданная траектория видна только крайнему левому сенсору (первый по счету слева направо), функция вернет 0, если первому (третий по счету) и левому (второму), то значение будет колебаться от 1000 до 2000 в зависимости от качества сигнала, принимаемого сенсором, если крайнему правому (пятому по счету), то от 3000 до 4000.

**Этап 5.** Записанное значение этапа 4 сравнивается следующим образом. Если получено значение, меньшее 1000, то заданную траекторию «видят» только левые сенсоры (первый и второй) и робот поворачивает влево. Иначе, если значение более 1000, но меньше 3000, заданная траектория видна передним сенсорам и робот движется прямо. Иначе робот поворачивается вправо (т.к. возвращаемое значение больше 3000 свидетельствует о том, что заданная траектория «видна» правым сенсорам).

**Этап 6.** Этапы 4 и 5 повторяются требуемое число раз.

Алгоритм движения мобильного робота Pololu 3pi по лабиринту (рисунок 1.) содержит следующие этапы:

**Этап 1.** После включения мобильного робота Pololu 3pi происходит загрузка необходимого инструментария как на этапе 1 алгоритма движения мобильного робота Pololu 3pi по заданной траектории.

**Этап 2.** Производится калибровка сенсоров, аналогичная этапу 2 алгоритма движения мобильного робота Pololu 3pi по заданной траектории.

**Этап 3.** После калибровки и нажатия пользователем кнопки В запускается основной цикл движения.

**Этап 4.** Происходит определение положения мобильного робота Pololu 3pi относительно заданной траектории, соответствующие значения с сенсоров записываются.

**Этап 5.** Записанные значения сенсоров сравниваются, при этом если передние сенсоры ничего «не видят», т.е. робот приехал в тупик, или, если левый или правый сенсоры «видят» заданную

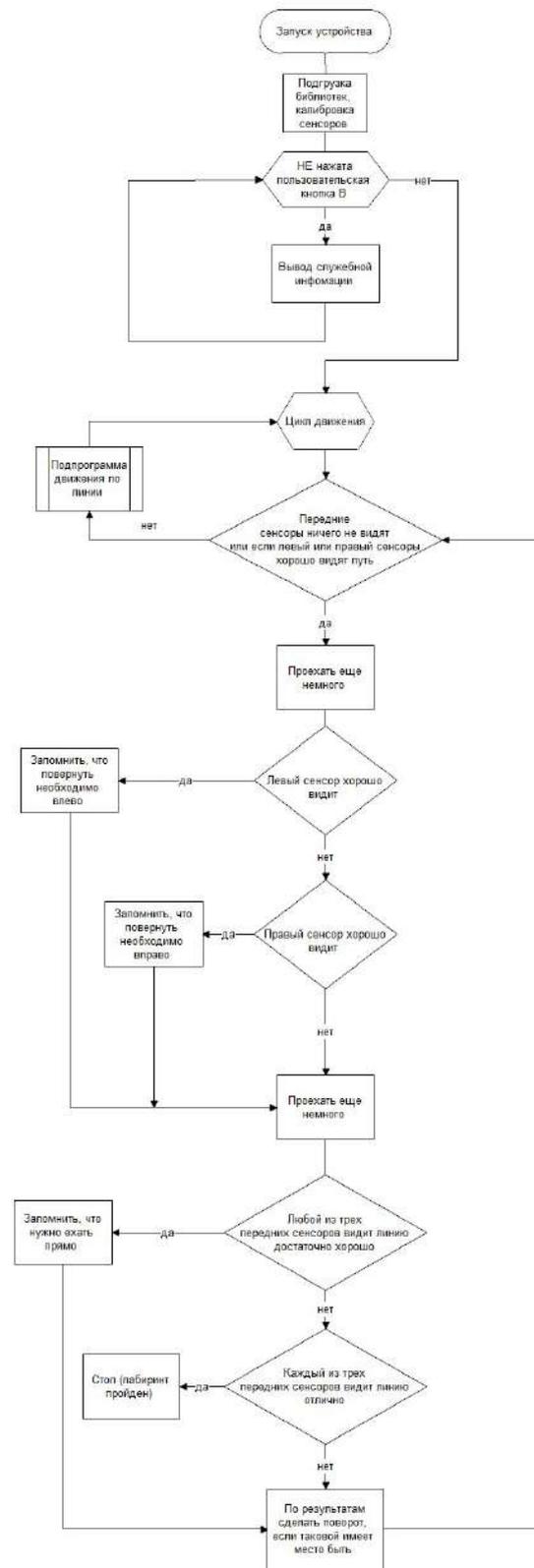


Рис. 1. Блок-схема алгоритма движения робота Pololu 3pi по лабиринту

траекторию, то робот Pololu 3pi находится перед поворотом, следовательно, необходимо принять решение относительно направления поворота. В противном случае, робот Pololu 3pi продолжает двигаться дальше.

Заметим, что в случае, если сенсоры робота Pololu 3pi свидетельствуют о том, что робот подъезжает к повороту, то необходимо снизить скорость, иначе, если робот движется на большой скорости, то резкая остановка может его опрокинуть.

**Этап 6.** Определяется, насколько хорошо сенсорам видна заданная траектория. Если заданную траекторию «видит» левый (правый) сенсор, то это записывается в переменную direction, т.е. что роботу необходимо повернуть влево (вправо). В случае необходимости, мобильный робот Pololu 3pi производит поворот по направлению, зафиксированному в переменной direction.

**Этап 7.** Определяется видимость заданной траектории передними сенсорами: если хотя бы одному из сенсоров «видно» достаточно хорошо (значение от 200 и выше), то в переменную direction записывается, что робот должен двигаться прямо. Если все три передних сенсора «видят» заданную траекторию отлично (от каждого сенсора возвращается значение от 600 и выше единиц), то это означает, что робот достиг финиша.

**Этап 8.** Этапы 5-7 повторяются требуемое число раз.

Оба алгоритма реализованы программно, проведено их тестирование на мобильном роботе Pololu 3pi, показавшее работоспособность представленных алгоритмов. Дальнейшие работы будут посвящены внедрению в платформу мобильного робота ультразвуковых датчиков, что позволит ему двигаться по любой подходящей поверхности, а также разработке нечетких систем определения и обхода произвольных препятствий.

### Список литературы

1. Седов В.А., Седова Н.А. Интеллектуальная система управления движением робота, движущегося по линии // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации. (ITRT-2013): сб. ст. III международной заочной научно-технической конференции. / Поволжский гос. ун-т сервиса. – Тольятти: Изд-во ПВГУС, 2013. – с. 276-281.
2. Седов В.А., Седова Н.А. Тестирование интеллектуальной системы управления роботом // Информационные технологии XXI века: материалы международной научной конференции, Хабаровск, 20-24 мая 2013 – Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2013. – с. 461-465.
3. Pololu 3pi Robot [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pololu.com/product/975>
4. Pololu AVR C/C++ Library User's Guide [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pololu.com/docs/0J20>