

УДК 519.713.4

К. С. Попко, аспирант, Кубанский государственный университет, Краснодар

АЛГОРИТМ ГРУППОВОГО УПРАВЛЕНИЯ РОБОТАМИ

Для того чтобы перейти от хаотичного поведения стаи роботов к «осознанному», точнее, организованному, каждая особь роя должна согласовывать свое личное поведение в условиях изменяющейся среды и сопоставлять его с поведением соседей, опираясь на поставленную перед группой задачу. Так, необходимо решить проблему с опознаванием роботов-соседей и возникающих на пути движения препятствий. Радиофизические методы установления связи между агентами в случае их большого количества могут оказаться неэффективными при расположении членов роя на небольшой территории. Это связано с тем, что мощные передатчики сообщений способны транслировать на большом удалении множество информации, которая абсолютно неинформативна для роботов, не являющихся соседями. Так, удаленные члены группы могут больше времени обрабатывать поступающую информацию, нежели решать свои локальные задачи в угоду группе. Поэтому предлагается метод передачи сообщений, основанный на биологическом принципе передачи инфекций в живых системах. Также этот метод схож с принципами передачи импульсов в нейронных сетях. При этом каждый член группы является нейроном. Сложность работы такой системы состоит в том, что в данном случае нейроны не статичны, а находятся в непрерывном движении. Поэтому с точки зрения конфигурации нейронной сети она постоянно подвержена геометрическим изменениям.

Система микроботов, создаваемая для работы в коллективе, должна быть приспособлена для реагирования, как на препятствия, возникающие в динамически меняющейся среде, так и на сигналы, посылаемые другими роботами. Но в первую очередь робот должен научиться отличать наличие другого робота от посторонних объектов. Представленный ниже алгоритм реализует систему «свой – чужой» посредством снятия сигналов с выходов инфракрасных и ультразвуковых датчиков. Для обнаружения, а также последующего обмена информацией между членами группы используются 3 инфракрасных датчика. Главная проблема в принятии решений о последующих действиях робота состоит в ограничениях, которые накладывает архитектура управляющего контроллера, а также последовательный перебор строчек программного кода и решение задач. Одной из главных является задача движения робота в стае. Роботу необходимо поддерживать оптимальное расстояние до соседних членов группы и принимать собственные решения о дальнейшем движении исходя из условий окружающей среды и задач, поставленных оператором. Таким образом, необходимы

оптимизированные алгоритмы вычисления маршрутов и скоростей движения. Одним из таких решений может быть канал связи между роботами, в котором происходит обмен (распространение) информации о параметрах движения идущих впереди роботов. Но помимо этой информации инфракрасные и ультразвуковые датчики снабжают микроконтроллер собственными данными о расположении посторонних объектов в среде. В этом случае задача поиска маршрута осложняется еще и тем, что роботу необходимо отличать других членов группы от объектов внешней среды. Классические средства программирования не могут позволить обрабатывать полученную информацию, анализировать ее и принимать решения за время меньшее, чем время получения новых данных от датчиков. Поэтому необходимо изменить подход к программированию. Решением может стать разработка интегрированной нейронной сети. Основой сети может стать принцип работы биологического нейрона, описанного в работах [1–3]. Компьютерное программирование функций работы нейрона позволяет выработать подход к созданию новых принципов программирования роботизированных комплексов. В дальнейшем при пакетной передаче данных между роботами среди прочей информации будет присутствовать информация весовых коэффициентов той или иной части нейронной сети, что позволит перенастраивать работу радиолокаторов и сонаров соседних роботов. Таким образом, радиофизические приборы для исследования окружающего пространства станут перенастраиваемыми. Ниже представлен граф – модель нейронной сети (рис. 1).

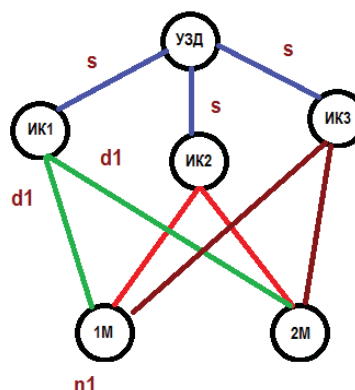


Рис. 1. Геометрическое изображение нейронной сети и каналы передачи данных для активационной функции n_1 .

Для регулирования скорости вращения колеса необходимо запрограммировать функцию частоты вра-

щения с помощью ШИМ-модуляции. Основными переменными функции частоты будут двоичные значения цифровых инфракрасных датчиков и значения ультразвукового расстояния:

$$v = f(d1; d2; d3; s). \quad (1)$$

Здесь переменные $d1$, $d2$, $d3$ – это переменные бинарного типа, устанавливающие факт срабатывания инфракрасного датчика. Переменная s возвращает значение расстояние до обнаруженного объекта, выраженного в сантиметрах.

При этом угол поворота робота – это функция от частот вращения колес обоих двигателей. Регулируя эти частоты, робот сможет поворачиваться в разные стороны или сохранять направление движения:

$$\alpha = \varphi(v1; v2). \quad (2)$$

Если в поле видимости инфракрасных датчиков одновременно попадает несколько роботов, то ультразвуковой датчик должен определить наименьшее расстояние.

Сложность программирования состояла в том, что необходимо постоянно отслеживать направление испускаемого инфракрасного сигнала и расстояние до него. Данная проблема решается следующим образом. Микроконтроллер задает три рабочие зоны в зависимости от расстояния до расположенного впереди объекта. Так, если другие члены коллектива оказываются на расстоянии больше 45 см, робот понимает, что отстает от группы и ему необходимо увеличить свою скорость. Таким образом, ШИМ-модуляция задает максимальную частоту следования импульсов. Если посторонний робот окажется в зоне 2 (на расстоянии от 15 до 45 см), то робот сочтет это расположение оптимальным и будет поддерживать среднее значение скорости и расстояние. При попадании в зону 3 (расстояние от 0 и до 15 см) объект оказывается в критическом положении, и робот оценивает его как опасное, после чего останавливается. Такое поведение позволяет избегать столкновений, а при движении оставаться в пределах движущейся стаи роботов.

Нейронная сеть, справляющаяся с поставленной задачей, выглядит так, как показано на рис. 1.

Активационные функции $n1$ и $n2$ отвечают за скорость движения и направление поворота робота относительно окружающих объектов.

$$n1 \sim n2 \sim F = f1 + f2, \quad (3)$$

где

$$f1 = 255 \times d1 (!d2) \left(\frac{2}{1 + \exp(-s/10)} - 1 \right); \quad (4)$$

$$f2 = d2 (!d1 + d1) \left(\frac{255}{1 + \exp(-s1 + 20)} \right). \quad (5)$$

Графики этих функций представлены нелинейными зависимостями (рис. 2, 3).



Рис. 2. График функции $f1$ – фактически функция поворота



Рис. 3. График функции $f2$ – фактически функция скорости прямолинейного движения

График функции $f1$ представляет зависимость частоты следования импульсов ШИМ-модуляции, поступающих на моторы от расстояния до ближайшего робота и направления принимаемого источника инфракрасного сигнала. Функция работает тогда, когда сработал боковой инфракрасный датчик.

График функции $f2$ представляет зависимость частоты следования импульсов ШИМ-модуляции, поступающих на моторы от расстояния до ближайшего робота. Функция работает тогда, когда сработал средний инфракрасный датчик вне зависимости от срабатывания бокового. В этом случае робот движется за идущими впереди роботами.

Но работа всей системы состоит в том, чтобы объединить функции $f1$ и $f2$. Суммарное действие показано на рис. 4 в виде функции F .

Анализируя полученные результаты можно выделить следующие преимущества применения программы: использование нейронной сети значительно упростило процесс программирования и управления роботом; несмотря на использование трех бинарных и одной вещественной переменных, удалось реали-

зовать нелинейное поведение робота; функция $f1$ позволяет регистрировать и определять направление

полученного сигнала; функция F позволяет отслеживать динамический инфракрасный сигнал.

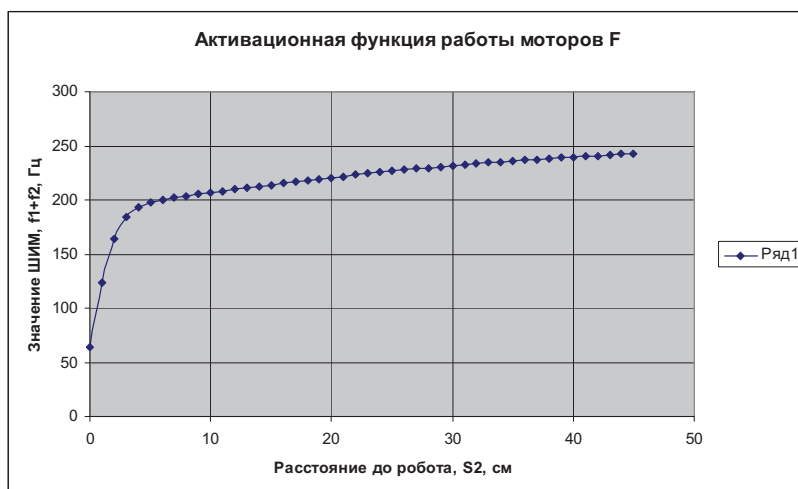


Рис. 4. График суммарной функции скорости прямолинейного движения $F = f1 + f2$

Библиографические ссылки

1. *Dorigo M.* Ant Colonies for the Travelling Salesman Problem // *Biosystems.* – 43 : 73–81, 1996.

2. *Applegate D.* History of the Traveling Salesman Problem. – URL: www.math.princeton.edu

3. *Редько В. Г.* Подходы к разработке компьютерных моделей сознания. – URL: <http://www.niisi.ru>

Получено 16.11.2016