

ЧАСТНАЯ ЗАДАЧА ФОРМИРОВАНИЯ ПОВЕДЕНИЯ МОБИЛЬНОГО РОБОТА

Щукин И.В.

Научный руководитель: Юдин А.В.

МГТУ им. Н.Э.Баумана, кафедра ИУ-4, Москва, Россия

PRIVATE TASK OF FORMING BEHAVIOR OF MOBILE ROBOT

Shchukin I.V.

Supervisor: Yudin A.V.

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia

Аннотация

В статье рассматриваются роботы для участия в соревнованиях. Подробно исследовано влияние различных компонентов робота на успех в соревновании. Кратко представлены данные о роботах, участвовавших в соревнованиях. Проведен анализ на основе этих данных. Представлен алгоритм работы робота и эксперименты для проверки робота. В заключении представлены рекомендации по выбору компонентов для робота.

Annotation

The article deals with robots for competitions. Detailed study of the effect of various components of the robot to succeed in the competition. Summarizes the information about robots take part in competitions. This analysis on the basis of these data. Present an algorithm of the robot and the experiments to test the robot. In conclusion, presented recommendations for choosing components for the robot.

Введение

Современное инженерное образование имеет возможность предоставлять будущим инженерам практику работы в учебных проектах, находящихся на стыке многих направлений техники. Тенденция к интеграции научных направлений, в том числе не ограниченных исключительно естественнонаучными дисциплинами – естественный процесс развития наших представлений о мире, его устройстве и возможностях влиять на процессы, которые в нем происходят. Одним из примеров реализации этой тенденции служит робототехника.

Появившись в 60-е годы прошлого столетия, робототехника совершала основные шаги своего развития в сфере производства, ускоряя его темпы, повышая качество изделий. И только сравнительно недавно (около 10-15 лет), в связи с развитием электроники в частности и техники в целом, стало возможно привлечь в разработку большое количество энтузиастов – робототехника стала доступной широкому кругу людей.

В частности, в последние 5-6 лет бурно развивается сеть лабораторий цифрового производства под общим названием fablab¹, целью которых является предоставление всего спектра инструментов, необходимых для воплощения проектов, смоделированных исключительно на компьютере. Используя современные технологии, стало возможным, не выходя из небольшого помещения, создавать роботов исключительно своими силами, не прибегая к заказам на традиционном производстве.

Одной из возможностей для реализации подобного потенциала в студенческой среде являются робототехнические соревнования.

В данной работе рассматривается система управления роботом, которая была бы оптимальным выбором для конкретных соревнований, т.е. позволяла бы ограниченными средствами и методами реализовывать задачи соревнований. В качестве базовых выбраны соревнования по мини-сумо [1]. При этом в разработке учитывается дальнейшая возможность

¹ Fablab – проект центра битов и атомов (center for bits and atoms) американского университета MIT

развития и усложнения всех систем робота для участия в более сложных соревнованиях Eurobot[2].

Соревнования по мини-сумо предполагают формирование специфического поведения робота на ринге, которое реализовало бы различные варианты защитной и наступательной тактик.

Результаты работы можно будет в дальнейшем использовать в различных сферах человеческой деятельности. Как в промышленности, так и в обыденной жизни. Например, можно использовать полученную систему навигации робота для создания автономной системы наземного общественного транспорта. Автономная система общественного транспорта, не требующая привлечения водителей-людей, сможет обеспечить более точный график, меньшее количество затраченных ресурсов, а также снижение опасности дорожного движения, исключая человеческий фактор и неосторожное вождение в нарушение правил. Тенденция к разработке подобных систем крайне актуальна в настоящее время и поддерживается такими участниками рынка как корпорация Google, которая разрабатывает Google Car [3].

1. Анализ роботов соревнований

Соревнования роботов по мини-сумо - это сравнительно недавний вид состязаний. В нем могут участвовать роботы без опасных приспособлений, весом не более 500 г, размерами не больше 100x100мм по ширине и длине в сложенном состоянии (в разложенном 140x140мм). Задача роботов в отведенное время столкнуть другого робота, без вмешательства людей, с ринга черного цвета, который имеет диаметр 770 мм и по краю белую линию.

Автором был проведен анализ роботов, участвующих на одном из соревнований по мини-сумо 25 июня 2009 г. [4]. Анализ проводился визуальным методом по видео с соревнований. Сравнивались они по нескольким параметрам: ходовая часть, количество датчиков, набор логики. Данные для сравнения аппаратной части роботов были сведены в таб. 1.

Таблица 1 – сравнительная таблица анализа роботов

Занятое место	Платформа	Контроллер	Датчики	Ходовая часть
1 (робот «Т-334»)	гусеничная, realrobot.ru	на базе ATmega128	определения цвета справа и слева спереди, ик-дальномеры Sharp	2 гусеницы
2 (робот «Snake»)	Lego Mindstorms	RCX	цвет поверхности снизу спереди	4 колеса
3 (робот «Хитрюга»)	Lego Mindstorms	RCX	цвет поверхности снизу спереди	4 колеса

Третье место занял робот «Хитрюга» (см. рис.1). Алгоритм поведения робота прост: робот едет прямо пока не наткнется на белую линию, потом отъезжает назад, поворачивает налево, и едет назад.

Второе место занял робот «Snake» (см. рис.2). Алгоритм поведения робота идентичен предыдущему победителю: робот едет прямо пока не наткнется на белую линию, потом поворачивает направо и едет прямо.

Первое место занял робот «Т-334» (см. рис 3). Алгоритм поведения робота сложнее вследствие наличия дополнительных датчиков: робот ищет препятствие с помощью датчика расстояния и едет в его сторону, параллельно он следит за цветом поверхности поля под собой, чтобы не выехать за пределы поля.



Рис.1 – робот «Хитрюга»



Рис.2 – робот «Snake»



Рис.3 – робот «Т-334»

Проанализируем причины, по которым роботы выиграли или проиграли.

Третье место занял робот с простой логикой управления, без обнаружения противника, то есть его характеризует случайная езда "вслепую". Кроме того, во время матчей выявилась еще одна проблема – из-за высокого центра тяжести и слишком большой скорости и большого ускорения робот переворачивался, застревая на своем ковше, и в итоге сам уезжал за границу поля. Такое поведение стало следствием того, что датчик цвета был расположен неправильно на роботе.

Второе место также занял робот с простой логикой управления, без обнаружения противника. Этот робот был выполнен без ошибок в установке датчиков, но медленно передвигался, поэтому его можно было просто сдвинуть с места роботом, который едет быстрее.

Первое место занял робот, оснащенный резиновыми гусеницами – это дает ему большую площадь соприкосновения с поверхностью, чем колеса, поэтому его трудней сдвинуть с места. Он также имеет низкий центр тяжести, поэтому его тяжелее поднять с помощью ковша. У данного робота, в отличие от его соперников, есть датчик обнаружения противника - дальномер, что придает ему большое преимущество в борьбе. Робот не просто едет по полю, пока не собьет соперника, а целенаправленно едет на него. Поведение данного робота отличается большей развитостью, по сравнению с остальными призерами.

Из анализа следует, что для победы необходима более сложная в поведении и по конструкции машина с развитым набором датчиков.

2. Постановка задачи

Из анализа видно, что задача разработки робота для соревнований должна включать такие постановки как:

- конструктивную – робота должно быть сложно сдвинуть с места, но в то же время, он должен иметь возможность быстро передвигаться (по сравнению с остальными участниками);
- сенсорную – робот должен обладать таким набором датчиков, который позволит ему точно знать, где на поле находится он сам, а где находится его соперник;
- поведенческую – программное управление без участия человека должно быть в состоянии оценить обстановку и реализовать оптимальное действие.

Решения всех трех постановок должны удовлетворять правилам соревнований, которые, как уже упоминалось ранее, накладывают дополнительные ограничения на размеры и массу робота, определяют особенности игрового поля.

3. Решение задачи

После анализа, проведенного автором, было выяснено, что для определения положения соперника, а также направления его движения будут датчики расстояния в кол-ве 2 штук (датчик расстояния, см. рис.6). Оба датчика должны быть расположены спереди у робота, т.е. по направлению его движения. Оптимальное расстояние между датчиками – 5-8 см. Желательно иметь возможность менять это расстояние в зависимости от размеров

робота-соперника. Кроме того, необходимы 2 датчика определения границы поля (датчик цвета). Они также должны быть расположены спереди у робота вдоль одной линии и должны быть максимально разнесены друг от друга.

Такое решение сенсорной подсистемы позволяет уточнять положение соперника и ехать прямо на него, с помощью срабатывания 2-х датчиков дальности, а также определять в какую сторону движется робот соперника.

Для быстрого выполнения алгоритмов управления потребуется микроконтроллер, который будет опрашивать датчики и подавать сигнал движения на двигатели.

Конструктивное решение задачи показано на рис.4 и рис.5 в виде 3D-модели робота.

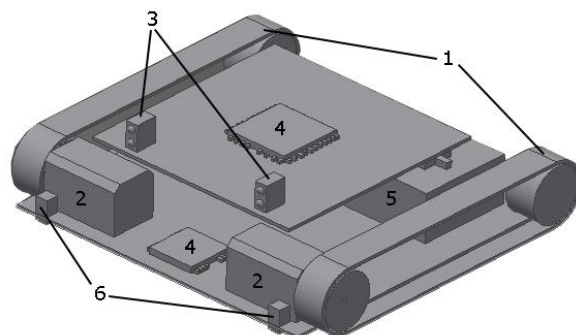
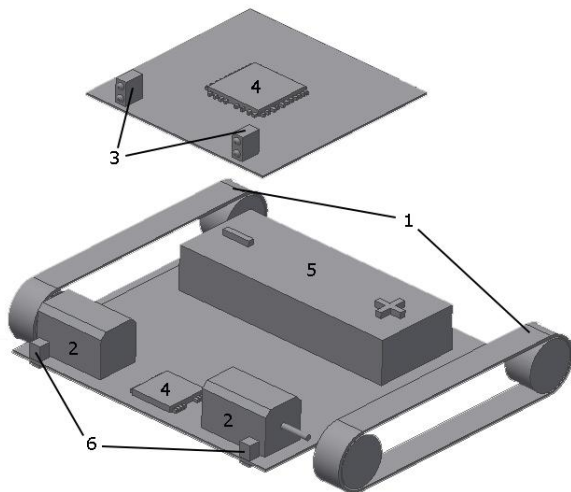


Рис.4 - конструкция робота (отдельные детали)

Рис.5 - конструкция робота (сборка)

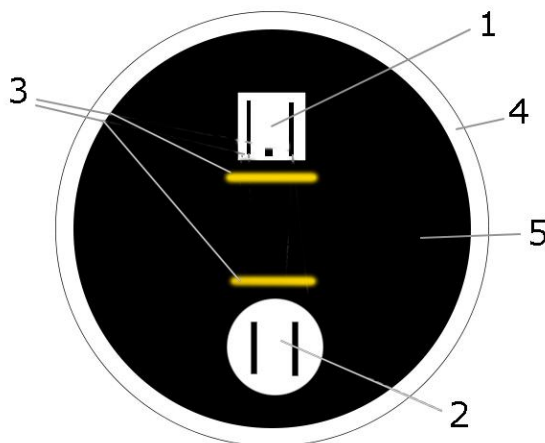
На рисунках: 1 - гусеницы, 2 - двигатели, 3 - датчики препятствия, 4 - микроконтроллеры, 5 - элемент питания, 6 - датчик линии.

Средства разработки, которыми пользуется автор для решения поставленных задач включают: Autodesk Inventor для моделирования, Eagle для разводки плат, программное обеспечение поставщика микроконтроллеров для программирования.

Для проверки выбранных подходов и качества их реализации необходимо провести ряд экспериментов, которые будут описаны ниже.

4.Алгоритм работы робота

Чтобы лучше понять поведение робота рассмотрим среду, в которой ему приходится работать (рис. 6).



- 1 - робот
- 2 - соперник
- 3 - стартовая линия
- 4 - ограничивающая линия
- 5 - рабочая область

Рис.6 – схема устройства поля для матча

Из рисунка видно, что поле обладает определенными контрастными элементами – реперами (номера ...), с помощью которых робот может ориентироваться в пространстве поля. Для определения положения соперника у робота имеется пара датчиков дальности (Д1 и Д2). Для определения положения на ринге у робота имеется пара датчиков цвета (Д3 и Д4).
Ниже на рис. 7 представлен алгоритм поведения робота на поле.

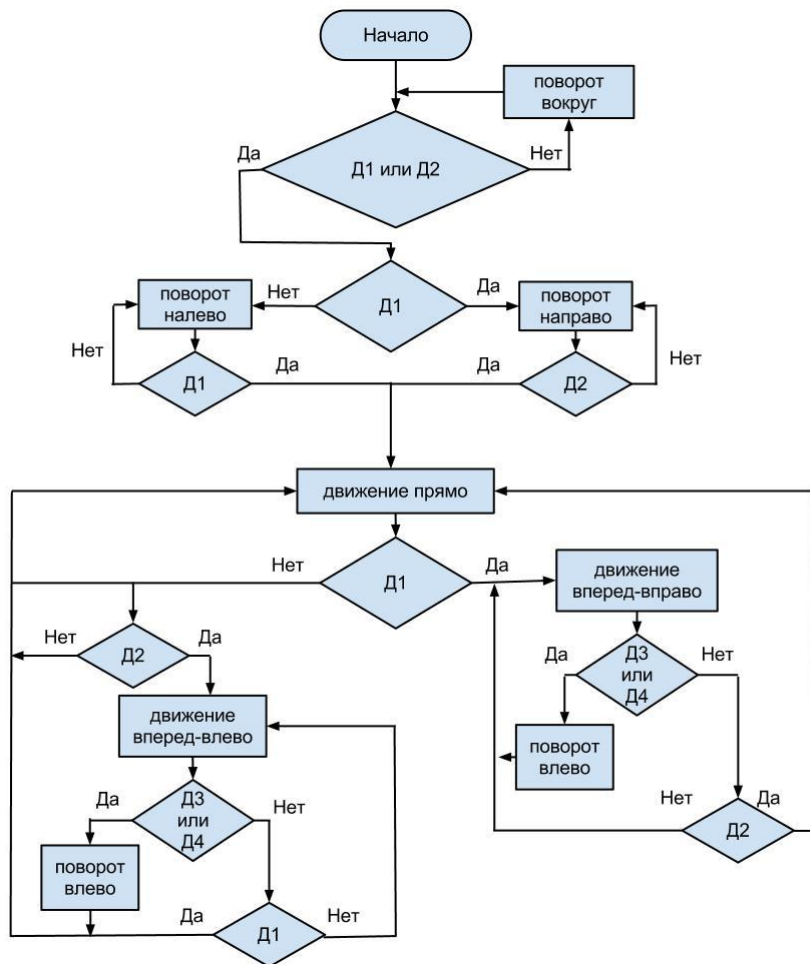


Рис.7 - алгоритм работы робота

5. Эксперимент

Полученный результат работы можно проверить с помощью экспериментов.

Например, эксперимент "Карта". Задача робота проехать вдоль стены, которая имеет случайный рельеф (рис. 8). Данная задача актуальна для построения карты комнаты для дальнейших действий в ее пределах, либо с помощью этого алгоритма можно просчитать площадь комнаты.

Эксперимент "Перекресток". Задача робота – с помощью датчика линии и дальномера определить какие направления движения по линии свободны и продолжить движение по свободной линии (рис. 9). Эта задача актуальна для автомобилей и другого наземного транспорта, перед которыми стоит задача в выборе правильного направления движения.

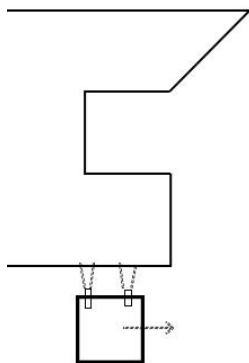


Рис. 8 – движение робота вдоль стены

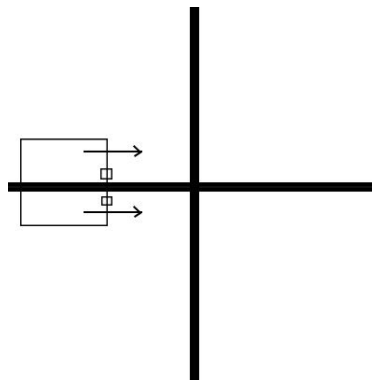


Рис. 9 – движение робота по линии

Эксперимент «Масса» предполагает изучение максимальной массы, которую может сдвинуть робот. В данном эксперименте перед роботом помещается препятствие определенной массы, а затем изучаются характеристики перемещения роботом этого препятствия.

6. Дальнейшее развитие проекта

Результаты проделанной работы предполагается расширять в дальнейшем в сторону более серьезных и сложных задач, которые ставят перед участниками соревнования Евробот. Стоит отметить, что базовые элементы навигации, реализованные в данном проекте, будут полезны при разработке на их основе более развитых алгоритмов поведения робота. Среда, в которой действуют роботы Евробот, отличается количеством реперов, а соответственно предполагает у них более развитую систему управления.

С практической точки зрения результаты работы можно развивать в направлении создания автономного транспорта.

7. Выводы

В результате проделанной работы были получены и разработаны: вариант оптимального алгоритма поведения робота для соревнований по мини-сумо, аппаратная часть, которая необходима для выполнения этого алгоритма.

Полученные результаты можно улучшить для дальнейшего выступления на соревнованиях Eurobot. Проведение экспериментов позволяет оценить качество системы, ее параметры, а также ставит ряд прикладных задач, которые можно решать с помощью разработанной системы мобильного колесного робота: безопасное автономное движение вдоль контрастной линии, построение карты помещения, а также определение различных параметров на ее основе.

Список литературы:

- 1) Регламент соревнований по мини-сумо - Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.myrobot.ru/sport/index.php?n=Reglaments.Sumo>. Проверено 13.02.2013.
- 2) Eurobot 2012-2013 - Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.eurobot-russia.ru/index/2013/start/>. Проверено 13.02.2013.
- 3) Описание автономного автомобиля от Google - Режим доступа: http://en.wikipedia.org/wiki/Google_driverless_car. Проверено 20.02.2013.
- 4) Соревнования по мини-сумо на 1-м Всероссийском робототехническом фестивале - Электронный ресурс. Режим доступа: http://www.myrobot.ru/news/2009/07/20090702_2.php. Проверено 13.02.2013.
- 5) А.В. Белов Создаём устройства на микроконтроллерах, издательство НиТ, г. Санкт-Петербург, 2007.