

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОМ ДЛЯ РЕГЛАМЕНТА - РОБОТТРАФФИК

Репин Д.Н.

Научный руководитель: Тутов И. А.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
tyubis@mail.ru

Эволюция в области науки и технике приближает общество к моменту, когда для управления автомобилем человек станет больше не нужен. В будущем, автомобили будут перемещаться по городским улицам на больших скоростях по специальным схемам для предотвращения заторов. В мире уже есть первые опытные образцы автономных машин: Delphi, беспилотный автомобиль Google и т.д. Их особенность состоит в том, что они используют правила дорожного движения, которыми пользуется человек.

Для популяризации научно-технического творчества, создание условий для организации высокомотивированной деятельности по созданию и программированию роботизированных систем, привлечение внимания молодежи к проблемам безопасности на дорогах в Российской Федерации ежегодно проводятся состязания «Роботтраффик». Соревнования Роботтраффик (Robottraffic) были разработаны и впервые проведены в Центре робототехники Leumi в Университете Технион (Израиль) в 2010 г. С тех пор они стали международными и проводятся ежегодно. Соревнования Роботтраффик призваны не только наглядно продемонстрировать необходимость соблюдения правил дорожного движения, но и пробудить интерес к получению дополнительных знаний и навыков в областях автомобилестроения, мехатроники и программирования с целью проектирования и сборки сложных роботизированных систем. [1]

В регламенте соревнований наиболее интересными являющиеся следующие виды состязаний: 1) движение по модели городского транспортного движения с соблюдением ПДД; 2) Движение с максимальной скоростью по гоночной трассе.

Все оборудование для подготовки к соревнованиям команда изготавливает самостоятельно из приобретенных комплектующих. Транспортное средство – модель колёсного ТС, приводимого в движение электродвигателем, с рулевым управлением способом поворота управляемых колёс, управляемая микроконтроллером в автономном режиме (самодельное или модернизированное готовое изделие).

К участию в соревнованиях допускаются модели ТС: размеры которых: длина не более 450 мм, ширина – не более 225 мм, база не менее 170 мм, колея не менее 120 мм. [1]

Разработку транспортного средства для участия в соревнованиях условно можно разделить на несколько задач: 1) выбор конструкции несущей части; 2) разработка системы обнаружения светофоров; 3) разработка аппаратного и программного обеспечения для решения задачи передвижения по контрастной траектории.

Первые две задачи не представляют особой трудности, так как имеют стандартное решение. Варианты решения задачи следования по контрастной траектории ограничены регламентом соревнований. По условиям соревнований в модели автомобиля могут применяться бинарные датчики освещенности, что делает не возможным построения ПИД - регулятора на основе прямых показаний с датчика. Бинарный датчик линии представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 - бинарный датчик линии

Основной фотозлемент датчика работает в инфракрасном спектре. Дополнительно, для диагностики и настройки, на сенсоре установлен светодиод, который загорается когда поверхность под датчиком светлая. Переменный резистор, установленный на сенсоре, позволит регулировать чувствительность сенсора в широких пределах. Это позволяет откалибровать датчик под конструкцию, материал покрытия и различные условия внешнего освещения.

Для реализации движения вдоль контрастной линии при помощи бинарных датчиков существуют несколько методов: 1) следование по краю; 2) исключение линии; 3) предвидение линии. [2]

Метод следования по одному краю представлен на рисунке 2.

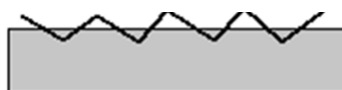


Рисунок 2 - Метод следования по краю линии

Для данного способа следования по линии необходим только один датчик. На самом деле робот следует не по самой линии, а по её границе, постоянно переходя от темного к светлому. И таким образом робот, виляя из стороны в сторону, движется вдоль границы чёрного и белого. Это отлично работает на более медленных скоростях, но становится непригодным для использования в скоростном автомобиле. Если датчик пересекает линию, он может развернуться и поехать в обратном направлении. Датчик может быть в одном из двух возможных состояний 1 или 0.

Метод исключения линии представлен на рисунке 3



Рисунок 3 - Метод исключения линии

Линия находится между датчиков, а они в свою очередь стараются избегать её. На большой скорости эта схема работает лучше, чем предыдущая. Но если линия будет потеряна, то робот начнёт блуждать. Это происходит потому, что бот не может отличить границы линии, и её потерю. Чем меньше зазор между линией и датчиком, тем аккуратнее робот будет следовать по линии.

Условия работы сенсоров представлены в таблице 1.

Таблица 1

Код	управляющее воздействие
00	граница линии потеряна
01	линия справа
10	линия слева
11	не используется, если расстояние между датчиками больше чем ширина линии

Метод предвидения линии представлен на рисунке 4.



Рисунок 4 - Метод предвидения линии

При добавлении третьего датчика робот может, определять линии и ее края. Тем самым робот может замечать съезд с линии. Также данная схема, легче адаптируется к меняющимся условиям, можно увеличить скорость на прямой, или настроить управление более тонко.

Это одна из наиболее распространенных конструкций. Для увеличения точности позиционирования робота можно увеличить таблицу условий путем добавления ещё двух датчиков.

Условия работы сенсоров представлены в таблице 2.

Таблица 2

Код	управляющее воздействие
001	линия слева
010	линия по центру
100	линия справа
011	линия ушла немного влево
110	линия ушла немного вправо
101	не используется (error)
111	не используется (error)

Для обеспечения управления с меньшей колебательностью был применен метод ПИД – регулирования, но качестве ошибки регулирования был взят косвенный показатель - время нахождения датчика над контрастной линией/белым фоном.

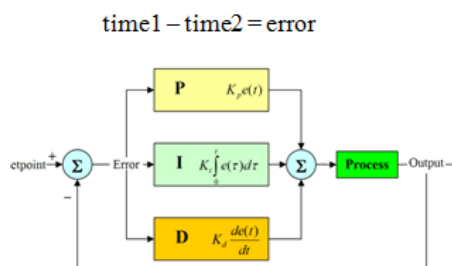


Рисунок 3 - ПИД - регулятор

Поскольку ошибка вычисляется по косвенным показателям, возможность измерить частоту и амплитуду колебаний системы отсутствует. В данном случае применение частотных методов настройки регулятора не представляется возможным, поэтому настройка проводилась экспериментальным методом.

На текущий момент времени была сконструирована модель транспортного средства для участия в регламенте Роботрафик, апробированы описанные методы движения по контрастной линии

Литература

1. Официальный портал Всероссийской робототехнической олимпиады. Электронный ресурс: [http://robolymp.ru/rules-and-regulations/robotraffik/].
2. Руководство по использованию датчиков линии. Электронный ресурс: [http://cxem.net/uprav/uprav40]
3. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования: учеб. для вузов. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009.
4. Уилли Соммер. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freduino. // Санкт – Петербург, 2012. – 256 с.