

ответствующие параметры ПИД и быстро восстанавливаться до заданных требований траектории после возникновения помех во время полета квадрокоптера.

Выводы

В этой статье в качестве объекта используется система управления ориентацией квадрокоптера и используется метод управления, сочетающий нейронную сеть RBF и традиционное ПИД-управление для динамического управления системой, что эффективно повышает скорость и надежность и дает хорошие результаты управления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. BOLANDI H, REZAEI M, MOHSENIPOUR R, et al. Attitude control of a quadrotor with optimized PID controller [J] . Computer Science & Communications, 2013, 4 (3) : 342-349.
2. ZEGHLACHE S, SAIGAA D, KARA K, et al. Backstepping sliding mode controller improved with fuzzy logic: Application to the quadrotor helicopter [J] . Archives of Control Sciences, 2012 , 22 (3) : 315-342.

Чжао Гэнчнь (Китай)

Томский политехнический университет, г.Томск

Научный руководитель: Воронин Александр Васильевич,
канд. техн. наук., доцент

БАЛАНСИРУЮЩИЙ АВТОМОБИЛЬ НА БАЗЕ АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ PID

Ведение

С увеличением потребностей людей в интеллектуализации и автоматизации, балансирующий автомобиль стал одним из самых обсуждаемых исследовательских вопросов. Как машина с функцией самобалансировки, балансирующий автомобиль имеет широкие перспективы применения, например, в области домашнего развлечения, образования, бизнеса и т.д. В процессе исследования балансирующего автомобиля, контрольный алгоритм является критической частью, а алгоритм управления PID, как классический контрольный алгоритм, широко применяется в области автоматического управления и также широко используется в управлении балансирующим автомобилем.

Цель данной статьи заключается в разработке балансирующего автомобиля на основе алгоритма управления PID, реализующего функцию самобалансировки. Вначале представлены принципы управления балансирующим автомобилем и принципы алгоритма управления PID, а также его преимущества и недостатки. Затем рассматриваются методы проектирования системы управления, включая аппаратную и программную составляющие.

Теоретические основы

Балансирующийся робот-машинка является устройством, способным находить равновесие самостоятельно. Его ядром является система управления, а проектирование контрольной системы и выбор алгоритма управления имеют решающее влияние на производительность и стабильность балансирующейся машинки. В данной главе будет рассмотрен принцип управления балансирующейся машинкой, принцип алгоритма PID-управления, а также его преимущества и недостатки.

Принцип управления балансирующейся машинкой основан на принципе управления инвертированным маятником. Его основой является использование крутящего момента двигателя для управления углом наклона машинки. Контрольная система измеряет угол наклона машинки, а затем, используя контрольный алгоритм, вычисляет оптимальный крутящий момент двигателя, чтобы удерживать баланс. Управление балансирующейся машинкой может осуществляться с помощью открытой или закрытой системы управления, а в случае закрытой системы управления обычно применяется алгоритм PID-регулирования.

Как показано на рисунке 1.



Рис. 1. Система PID с каскадным регулированием

Проектирование системы балансировки автомобиля

В балансирующей автомобиля основным контроллером является плата разработки STM32 и используется множество периферийных устройств, включая: шестиосевой датчик MPU6050, модуль

Bluetooth. Ультразвуковой модуль, OLED дисплей и двигатель. Соединения между периферийными устройствами и контроллером показаны на рисунке 2.

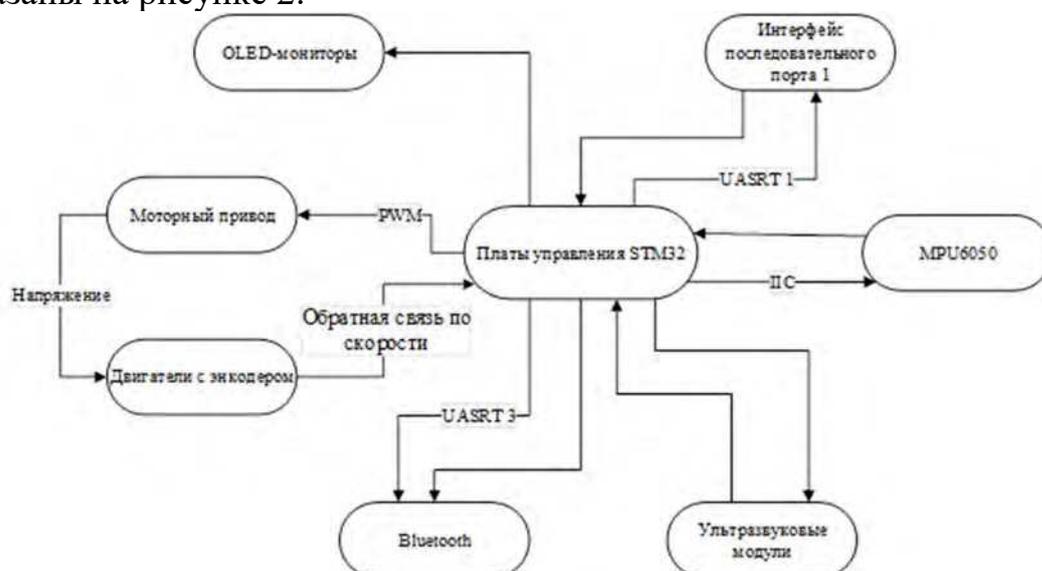


Рис. 2. Схема взаимодействия внешних устройств автомобиля

Для достижения вертикального положения и движения малого автомобиля, используется контроль двигателя, который обратно связан с текущим углом и скоростью автомобиля. Следует отметить, что реализация поворота происходит путем регулирования скорости двух двигателей, поэтому направление ШИМ-сигнала должно быть противоположным для левого и правого колеса.



Рис. 3. Блок-схема управления двигателем

Диаграмма программной структуры представлена на рисунке 4. После инициализации происходит вход в бесконечный цикл while, в котором происходит отображение информации на OLED-экране. Все действия управления нашим маленьким автомобилем выполняются в прерывании, вызванном датчиком MPU6050. Прерывание по серийному порту 3 используется для приема команд от приложения, прерывание по серийному порту 1 для отправки данных на верхний уровень,

а прерывание таймера 3 используется для захвата и расчета значения измерения расстояния с помощью ультразвукового датчика.

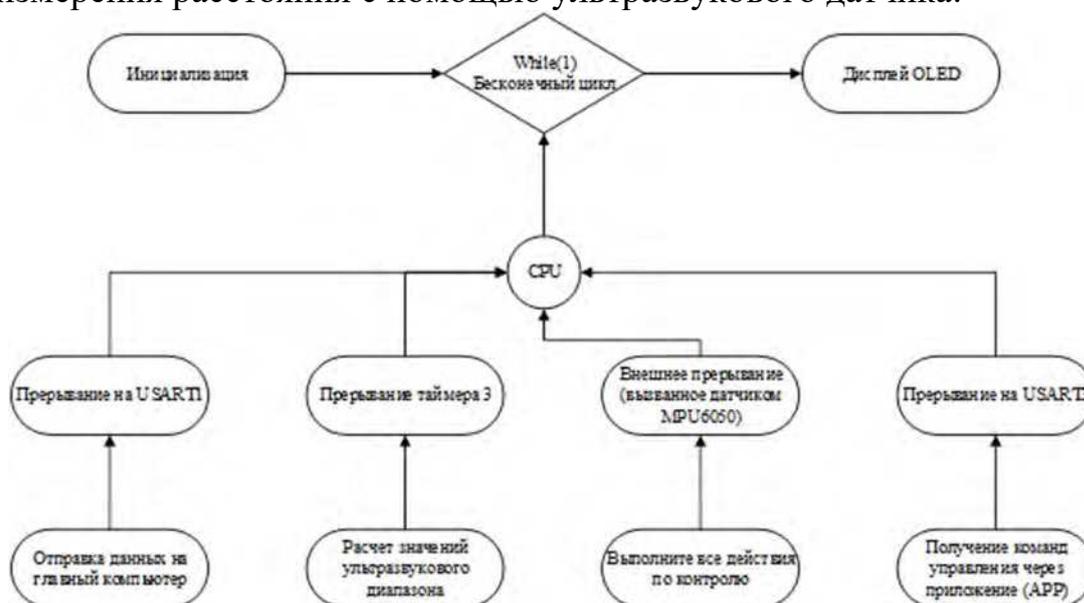


Рис. 4. Структура программы

Заключение

Данное исследование посвящено изучению балансирующего маленького автомобиля на основе алгоритма управления PID. В работе систематически описываются принципы управления и алгоритм управления PID балансирующего маленького автомобиля, а также разрабатывается система управления балансирующим маленьким автомобилем на основе алгоритма управления PID. После систематического тестирования и экспериментальной проверки, разработанная система управления обладает хорошей управляемостью и стабильностью, и может реализовать автономное балансирование балансирующего маленького автомобиля.

В будущих исследованиях можно дополнительно улучшить методы настройки параметров алгоритма управления PID, улучшить скорость отклика и устойчивость системы управления. Также можно изучить другие алгоритмы управления, такие как нечеткая логика управления, управление нейронными сетями и т.д., для улучшения точности и стабильности управления балансирующим маленьким автомобилем. Кроме того, балансирующий маленький автомобиль может быть использован в таких областях, как логистика и безопасность, чтобы дополнительно расширить его область применения и рыночную ценность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Струнные ПИД-системы // URL: <https://zhuanlan.zhihu.com/p/135396298> (дата обращения 11.03.2023).
2. Юань Церуй, Исследование алгоритма управления двухколесным самобалансирующимся роботом [D]. Магистр инженерных наук, Харбинский технологический институт. Диссертация, 2006.
3. Лю Пао, Тан Ваньшэн, Современная теория управления. 3 издания [M]. Издательство механической промышленности, 2006.
4. ПИД-алгоритмы - от одноступенчатых ПИД-регуляторов до адаптивных ПИД-регуляторов с одним нейроном. // URL: <https://www.cnblogs.com/ren-jiong/p/15136615.html> (дата обращения 20.03.2023).
5. Интеллектуальные роботы RoboPro // URL: <https://cn.osepp.com/> (дата обращения 11.03.2023).

Шэ Лу (Китай), Чжан Цинжун (Китай),
Козлов Виктор Николаевич (Россия)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Козлов Виктор Николаевич,
канд. техн. наук, доцент

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ ФРЕЗ ПРИ ОБРАБОТКЕ СТАЛИ

При фрезеровании заготовки концевой фрезой возникают сравнительно небольшие силы резания, но в связи малой жёсткостью концевых фрез диаметром менее 14 мм повышается вероятность их поломки. Для оценки прочности фрез необходимо выполнить расчёт внутренних напряжений как всей фрезы, так и отдельно режущего клина зуба.

Для этого необходимо знать распределение контактных напряжений на передней поверхности зуба, а также на фаске износа по задней поверхности, примыкающей к главной режущей кромки, а также на поверхности фаски износа по уголкам, которая неизбежно образуется при износе фрезы (рис. 1).