

РЕГУЛЯТОРЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ПОВЫШЕНИИ КАЧЕСТВА ДВИЖЕНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Назаров А.А., Гурин И.В., Красило М.С.

Донской государственный технический университет, г.Ростов-на-Дону

Ключевые слова: робототехника, теория автоматического управления, регулятор, Arduino, движение.

Аннотация. Цель данной статьи – решить проблему несоответствия точности в движении по траектории робототехнических систем. С целью повысить качество движения были придуманы Регуляторы для поддержания нужного курса. Статья предлагает как раз ознакомиться с несколькими типовыми регуляторами.

REGULATORS AND THEIR USE IN IMPROVING THE QUALITY OF MOVEMENT OF ROBOTIC SYSTEMS

Nazarov A.A., Gurin I.V., Krasilo M.S.

Don state technical university, Rostov-on-don

Keywords: robotics, theory of automatic control, regulator, Arduino, movement.

Abstract. The purpose of this article is to solve the problem of accuracy mismatch in the movement along the trajectory of robotic systems. In order to improve the quality of movement, Regulators were invented to maintain the desired course. The article suggests just getting acquainted with several typical regulators.

В современном мире робототехника охватывает все большие отрасли. В обязанности и задачи робототехнических систем, в основном, входят примитивные задачи, например робот всемирно-известной компании Amazon, доставляющий товар в нужную ячейку для последующей доставки. Робот для доставки движется строго по алгоритму, следуя указанной программой траекторией своего движения, ориентируясь по заранее интегрированной в рабочую зону линией. Перемещение по линии, то есть передвижение по нужному пути сопровождается различными ошибками в системе, вероятность которых всегда присутствует. Поэтому современные эксперты в робототехнике не меньше время и ресурсы уделяют увеличению качества движения. Представив ситуацию работы робототехнических систем с товарами или объектами, представляющими большую материальную ценность, нельзя не говорить о качестве перемещения по строго запланированному курсу движения. Именно с целью выявления ошибки и последующему её устранению. Термин «Регулятор» известен в теории автоматического управления как способ уменьшения вероятности ошибок и влиянию на последующую выходную характеристику.

Для регулирования робототехнических систем, где допускается погрешность отклонения от задаваемого курса, применяют пропорциональные регуляторы.

В системах же более требовательных к точности применяются сочетание типовых регуляторов, образуя сложные, но в то же время точные ПИ, ПД, ПИД-регуляторы.

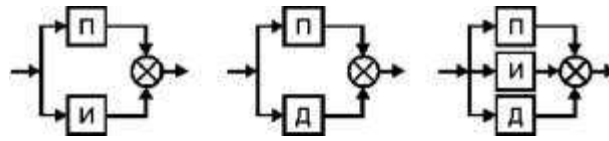


Рис. 1. ПИ, ПД, ПИД- регуляторы

Рассмотрим несколько вариаций регуляторов и их влияние на движение робототехнических систем.

Ниже приведен пример скетча в программной среде Arduino IDE пропорционального регулятора для ознакомления.

```
Int speed = 100; // Скорость вращения моторов
int kp = 10; // п-коэффициент
int Param_otkl; // Отклонение от заданного значения
Param_otkl = pos();
New_par = kp * Param_otkl;
engine1_m (skor*(1+ New_par));
engine2_m(skor*(1- New_par)).
```

Алгоритм написан с учетом возможного смещения объекта управления в запланированной траектории. То есть, если произойдет смещение на одну единицу в сторону, это приведет к ошибке равной 1. Если отклонение будет равно 2, то на выходе функции pos() мы получим значение 4.

Функции engine1_m() и engine2_m() отвечают за скорость вращения моторов, изменение значений приведет к уменьшению или увеличению скорости. Для корректировки траектории необходимо понизить скорость одного из моторов, в зависимости от того, в какую сторону нужно сместить, для коррекции траектории. Тем самым, робот будет иметь дуговую траекторию. По мере роста отклонения от линии будет расти переменная ошибки, что заставит робота ещё более активно смещаться в сторону линии. Т.е. чем круче курс перемещения, тем большая разница скоростей между моторами потребуется для выравнивания курса.

П-регулятор хорошо подходит для робототехнических систем, где не требуются большие скорости и инерция не влияет на последующее движение. С дальнейшим увеличением частоты вращения значения коэффициента будет недостаточно, что приведет к затормаживанию на сложных участках. Если же повышать п-коэффициент по мере увеличения скорости, п составляющая окажется слишком большой для нормального перемещения, и робот начнет двигаться зигзагами. Причина этого одна – инерция. Колесам не хватает должного сцепления с трассой для передвижения с П-регулятором. Для более высоких скоростей чаще всего используют составные стабилизаторы.

ПИД-регулятор известен как самый надежный из всех стабилизаторов, поскольку он сочетает в себе все преимущества трех типовых регуляторов. Несомненно, для нормальной работы предстоит рассчитать оптимальные коэффициенты, по влияющие на качество перемещения робота. Ниже приведен скетч для реализации данного регулятора.

```

Int speed = 150; // скорость вращения моторов
int kp = 10; // п-коэффициент
int kd = 5; // д-коэффициент
int ki = 5; // и-коэффициент
int otkl;
int new_par;
int massive_otkl[] = {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0};
int otkl_p = -1;
prOtkl = pos();
void loop()
{otkl = pos();
otkl_p = (otkl_p + 1) % 10;
massive_otkl [otkl_p] = otkl;
int proport = otkl * kp;
int dif = (massive_otkl [otkl_p] - massive_otkl [(otkl_p +11) % 10])*kd;
int sumOtkl = 0;
for (int i = 0; i< 10; i++) sumOtkl += massive_otkl [i];
int integ = sumOtkl /10*ki;
correction = proport + dif + integ;
engine1_m(speed*(1+ new_par));
engine2_m(speed*(1- new_par));
delay(2);}

```

Участок кода для ПИД-регулятора [2].

Скетч описывает работу ПИД-регулятора. Объект управления с настроенным ПИД-регулятором с хорошо подобранными коэффициентами движется достаточно точно по траектории. Важно учитывать момент с И П коэффициентами. Их перенастройка приведет к нарушению работы обоих, вследствие чего робот пойдет по более смещенному пути. Применений у данного регулятора множество и самая его главная особенность – это быстродействие в сочетании с хорошей точностью. ПИД-стабилизатор хорош для робототехнических систем, требующих наименьшее время быстродействия, системах, где робот способен развивать большую скорость, но при этом точность соблюдать необходимо.

Рассмотренный материал являлся ключевым при программировании реального объекта, изображенного на рисунке 2.

Была поставлена задача – обеспечить точность при перемещении по линии, используя регулятор на свое усмотрение.

Конструкция представляет собой пластмассовую платформу с двумя закрепленными к ней роликами. Два основных колеса находятся в связи с моторами, которые в свою очередь, находятся под пластмассовым креплением. Микроконтроллер Arduino UNO(2) выполняет загруженный скетч и при необходимости перемещения, подает управляющий сигнал на драйвер (3). Все компоненты работают от источника питания (4). Датчики линии (1) позиционируют объект управления.

Робот испытывал трудности при перемещении по криволинейной траекторией, подергиваясь, останавливаясь или вовсе съезжая с линии, что стало являться все большим аргументом в применении регулятора. Для решение данной задачи было принято решение применить П-регулятор, который являлся простым из выше рассмотренных, но для робота, передвигающегося с малой скоростью прекрасно подойдет.

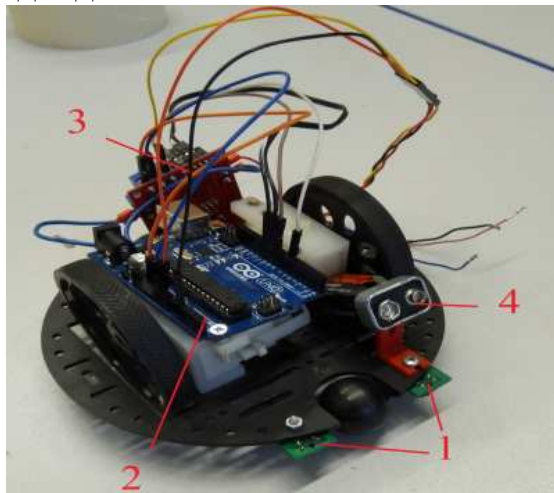


Рис. 2. Внешний вид робота

Чтобы протестировать П-регулятор, был взят скетч[1]. Нормально отрегулированный робот с П-контроллером всегда поворачивает вправо, когда левый датчик линии сигнализирует о том, что было произведено смещение относительно линии, тем самым, выправляя свою траекторию. Эксперимент был проведен и доказал всю состоятельность применения П-регулятора как самому простому и при этом точному в движении по запланированной линии.

Список литературы

1. Николаенко С.А. Автоматизация систем управления: учеб. пособие / С.А. Николаенко, Д.С. Цокур. – Краснодар: Изд-во ООО «Крон», 2015. – 119 с.
2. Федотов А.В. Использование методов теории автоматического управления при разработке мехатронных систем: учеб. пособие. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2007. – 84 с.
3. Лазарева Т.Я., Мартемьянов Ю.Ф. Основы теории автоматического управления: Учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2004. – 352 с.

Сведения об авторах:

Назаров Александр Александрович – студент ДГТУ, г.Ростов-на-Дону;

Гурин Илья Васильевич – студент ДГТУ, г.Ростов-на-Дону;

Красило Михаил Сергеевич – студент ДГТУ, г.Ростов-на-Дону.