

Управление комбинированным сферороботом с обратной связью

1 Введение

Для расчета моментов на каждом моторе я использую следующие уравнения:

$$K_{\vartheta} = \tilde{k}_{\vartheta}(\dot{\vartheta} + \frac{v^*}{R_S}), K_{\varphi} = \tilde{k}_{\varphi}(\Omega, e_2 + e_3). \quad (1)$$

В экспериментах на последнем видео $\tilde{k}_{\vartheta} = 100$. По идее от него должна зависеть линейная скорость, но она зависит еще от чего-то, может от заряда батареи, может еще от чего. В разные дни старался выбирать этот коэффициент таким, чтобы двигаться с одной скоростью (на глаз), он был равен от 60 до 100. $\dot{\vartheta}$ – это угловая скорость тележки. Ее я считаю с энкодера одного из колес, перевожу в рад/с и умножаю на коэффициент $\frac{R_{wheel}}{R_{sphero_internal}} = \frac{18}{145} = 0.124138$, и в формуле беру ее со знаком минус. Выражение $\frac{v^*}{R_S}$ заменяю одним числом, в экспериментах на видео оно было равно 10. В итоге в моей программе уравнение момента принимает следующий вид:

$$K_{\vartheta} = \tilde{k}_{\vartheta}(-\dot{\vartheta} + v^*) = 100(-\dot{\vartheta} + 10), \quad (2)$$

При расчете момента ротора второе уравнение (1) принимает вид:

$$K_{\varphi} = \tilde{k}_{\varphi}(\omega_2 - \dot{\vartheta} + \omega_3 - 0.1 * \dot{\varphi}). \quad (3)$$

Здесь я ввел еще один коэффициент 0.1 перед угловой скоростью ротора, так как она давала намного больший вклад. Здесь $\tilde{k}_{\varphi} = 200$, ω_2 и ω_3 это компоненты угловой скорости измеренные с помощью MPU9250 по соответствующим осям: ω_2 – угловая скорость относительно оси, вдоль которой производится движение, ω_3 – угловая скорость относительно оси Z . $\dot{\vartheta}$ – это угловая скорость колеса, считается по энкодеру и переводится в рад/с. Аналогично $\dot{\varphi}$ – угловая скорость ротора, считается по энкодеру и переводится в рад/с. Угловую скорость колес $\dot{\vartheta}$ я не учитываю, так как это приводит к равномерному вращению ротора, поэтому в расчете момента K_{φ} значение $\dot{\vartheta} = 0$.

Далее полученные моменты без коэффициентов устанавливают заданный ток на каждый двигатель. К этому значению тока двигатель выходит с помощью П регулятора. На регуляторах и колес, и ротора пропорциональный коэффициент равен 0.01, коэффициенты дифференциальной и интегральной составляющих равны 0.

Измерения тока проводятся с частотой 20 КГц, для каждого двигателя берется среднее значение из 50 измерений. Далее это значение тока подается на вход соответствующего П регулятора, на выходе получаем изменение скважности ШИМ сигнала. Таки образом регулятор работает на частоте 400 Гц. Обновление заданного момента на двигателях происходит с частотой 50 Гц.

Список литературы