

Описание проекта

Стенд позволяет демонстрировать работу алгоритма PID-регулирования.

Разработан в качестве учебно-методического оборудования (наверное).

Алгоритм работы

Датчик инерциальных измерений MPU6050 находится на подвижной части стенда (луч). Он измеряет базисы угловых скоростей и ускорений. Подробно описал [здесь](#).

Микроконтроллер STM32F411 опрашивает датчик каждые 4 мс и вычисляет ориентацию луча, производит расчёт PID-регулятора и управляет электронным контроллером хода мотора.

Вот функция пид регулятора:

```
void PID(uint64_t time){
    static uint64_t prewTime = 0;
    uint32_t PIDperiod = time - prewTime;
    float periodS;
    static uint8_t firstIteration = 1;
    static float anglePrev = 0, da = 0;
    if(PIDperiod < 5000) return;
    prewTime = time;
    periodS = (float)PIDperiod*1e-6;
    if (firstIteration){
        error = reqAngle - beamAngle;
        errorPrev = error;
        firstIteration = 0;
        anglePrev = beamAngle;
        return;
    }
    errorPrev = error;
    error = reqAngle - beamAngle;
    S = +ks*sin(deg2rad*reqAngle);
    P = kp*error;
    P = (P > Plim) ? Plim : P;
    P = (P < -Plim) ? -Plim: P;
    I += ki*periodS*error;
    I = (I > Ilim) ? Ilim : I;
    I = (I < -Ilim) ? -Ilim: I;
    da = beamAngle-anglePrev;
    anglePrev = beamAngle;
    if (da >= 0)
        D = kd*da/periodS;
    else
        D = kd*da/periodS * exp(-pow(error/Dsigma, 2));
    PIDsumTmp = (P+I-D+S)/1000;
    PIDsumTmp = (PIDsumTmp > 1) ? 1 : PIDsumTmp;
    PIDsumTmp = (PIDsumTmp < 0) ? 0: PIDsumTmp;
    PIDsumTmp = (PIDsumTmp < 1e-6) ? 1e-6: PIDsumTmp; // защита от ошибки
    процессора
    PIDnormedKoeff = periodS/(PIDsumTau+periodS);
    PIDsum = PIDnormedKoeff*PIDsumTmp+(1-PIDnormedKoeff)*PIDsum;
    htim4.Instance->CCR2 = (uint16_t)(PIDsum * timSpan + timMin);
}
```

Дисциплины, которые помогли выполнить проект

- **Линейная алгебра.** Определение ориентации по угловым скоростям и ускорениям выполнено методами ланала
- **Дифференциальные уравнения.** Просто необходимо для описания физической модели и переходных процессов.
- **Численные методы.** Научился эффективно использовать вычислительные способности МК, интегрировать дискретные величины

- **Теория автоматического управления.** Иронично, что она не пригодилась, потому что я описываю нелинейный дифур во временной области, вот так вот
- **Компьютерный практикум по математическому анализу.** Матлаб ванлав, в нём прототипирую алгоритмы, строю графики.