

Домашнее задание 3. Астатический MPC-регулятор с ограничением

Часть 1. Прогноз

1. На основе своей исходной модели построить дискретную модель в пространстве состояния в приращениях – матрицы A , B , C с чертой.
2. Построить реакцию на единичный скачок модели в приращениях по формуле
$$\bar{z} = Lp_k + M\bar{v}$$
 - a. обратите внимание, что единичный скачок в приращениях будет выглядеть иначе
 - b. обратите внимание на формирование вектора начальных условий p_k
3. Взять из предыдущего задания прогнозную реакцию на скачок по исходной модели $\bar{y} = Lx_k + M\bar{u}$ и сравнить его с \bar{z} . **Исправить ошибки, если совпадения не получилось.**

Часть 2. Астатическое управление без ограничений

1. Смоделировать работу замкнутой системы с астатическим MPC-регулятором.
Модель процесса оставить исходную, а в качестве прогнозной модели MPC-регулятора использовать модель в приращениях.
2. Для расчета оптимального управления в приращениях использовать функцию `mpc_controller` из предыдущего ДЗ.
3. Принять, что на каждом шаге текущее состояние объекта x_k известно (на каждом шаге брать его из модели процесса). Продумать, какая нужна информация, чтобы по x_k формировать p_k .
4. Убедиться, что в замкнутой системе отсутствует статическая ошибка.
5. Изучить компромисс между штрафом за управление и штрафом за отклонение от уставки, изменяя диагональные элементы матриц Q , R .

Часть 3. Астатическое управление с ограничениями

1. Для отладки реализовать функцию `mpc_quadprog`, которая решает задачу квадратичного программирования с помощью функции Матлаба `quadprog`, **но без ограничений**. В итоге получится полный эквивалент `mpc_controller`, на котором можно проверить расчет матрицы H и вектора f .
2. Закомментировать в предыдущей части задания код, вызывающий `mpc_controller` и вставить вызов `mpc_quadprog`. Убедиться, что переходные процессы полностью совпадают.
3. Написать функцию `mpc_constrained`, которая решает задачу с ограничениями на управляющее воздействие, его приращение и регулируемую величину. Рекомендуется добавлять ограничения поочередно и проверять
4. Подобрать начальные условия и/или матрицы Q , R так, чтобы проиллюстрировать учет ограничений в переходном процессе в замкнутой системе.

Вопросы к защите

1. Астатический MPC-регулятор
 - a. Функционал качества с приращениями управляющих воздействий. В чем разница по сравнению с базовым регулятором с точки зрения поставленной задачи управления? Пояснить смысл матриц R , Q в новом функционале качества.
 - b. Перевод прогнозирующей модели к форме в приращениях.
 - c. Как на практике воспользоваться решением оптимальной задачи управления, т.е. что в итоге подать на вход объекта управления?
2. MPC-регулятор с ограничениями
 - a. Функционал качества MPC с ограничениями.
 - i. Виды ограничений.
 - ii. В чем разница между ограничениями и штрафами?
 - b. Формальная постановка задачи квадратичного программирования.
 - c. Сведение задачи оптимального управления к задаче квадратичного программирования

- i. Запись функционала
- ii. Запись ограничений все типов