



a1 – простой СМО; a2 – I канал обслуживает заявку, II канал и обе очереди свободны;
a3, ..., a8 – остальные варианты прихода сигналов, получающего обслуживание;
a9 – отказ СМО.

Пусть заявки входящего потока появляются как поодиночке, так и попарно, а обслуживающие каналы вне зависимости друг от друга могут завершить обработку заявки одновременно. Тогда алфавит В сигналов, поступающих на вход автомата К, будет состоять из следующих букв:

b1 – нет заявок; b2, ..., b7 – варианты (не)одновременного завершения работы каналов.

В случае, когда две заявки, претендующие на обработку в одном канале, не могут поступить одновременно, можно представить таблицу переходов Т автомата К матрицей с 9 строками для описания алфавита состояний А и 7 столбцами для описания алфавита входных сигналов В. Дополним таблицу Т до матрицы Т1 размерностью 16×8, представим с помощью булевых функций $s_1(n+1), s_2(n+1), s_3(n+1), s_4(n+1)$ перехода автомата К в следующее состояние.

Малая трудоемкость составления функций перехода компенсирует рост числа состояний СМО при увеличении количества каналов и длин очередей. Поэтому возможно применение метода моделирования СМО с использованием конечных автоматов на задачи более высокой размерности.

Литература

1. Афанасьев М.Ю., Суворов Б.П. Исследование операций в экономике: модели, задачи, решения: Учеб. пособие. – М.: ИНФРА-М, 2003. – 444с.
2. Бочаров П.П., Печинкин А.В. Теория массового обслуживания: Учебник. – М.: Изд-во РУДН, 1995. – 529 с.
3. Котенко А.П., Букаренко М.Б. Система массового обслуживания с различными каналами как конечный автомат // Вестник СамГТУ. Сер. Физ.-мат. науки, 2012, №3(28). – С.114-124.
4. Котенко А.П., Букаренко М.Б. Моделирование конечными автоматами систем массового обслуживания с различными каналами / Известия СНЦ РАН, т.16, №4(2). – Самара, Изд-во СНЦ РАН, 2014. – С. 318-321.
5. Котенко А.П., Бобков М.С., Ревина Ю.Д. Моделирование системы массового обслуживания конечным автоматом при неординарности потоков заявок / «Перспективные информационные технологии». Труды Междунар. научно-техн. конф., т.2. – Самара: Изд-во СНЦ РАН, 2015. – С.274-276.



С.В. Боряк, А.Е. Шаралапов

АНАЛИЗ ВЫХОДНЫХ ДАННЫХ ТЕСТОВЫХ ФИЛЬТРОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В МИКРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ MPU6050

(Пензенский государственный университет)

В настоящее время широкое распространение получили балансирующие роботы, беспилотные летательные аппараты (коптеры), в которых используются микро электромеханические системы (МЭМС).

Данные системы используют там, где необходимо измерять положение объекта в пространстве, контролируемые параметрами которых являются углы наклона, а также линейные ускорения.[1]

Используемые в системе MPU 6050 аналоговые сигналы с акселерометра и гироскопа обрабатываются с частотой 1 кГц при этом они проходят предварительную фильтрацию, также в данных системах применяется пользовательская фильтрация. Проведем анализ нескольких вариантов фильтрации с выбором оптимума.

Для получения и обработки данных используется микроконтроллер Arduino Mega который считывает и обрабатывает данные (150 раз в секунду) и отправляет результаты на персональный компьютер, где по этим данным строятся графики (рис.1 и 2), анализ которых позволяет делать вывод о выборе варианта фильтра. В качестве тестовых фильтров были выбраны комплементарный фильтр, фильтр Калмана и сглаживающий фильтр по трем точкам. [2]

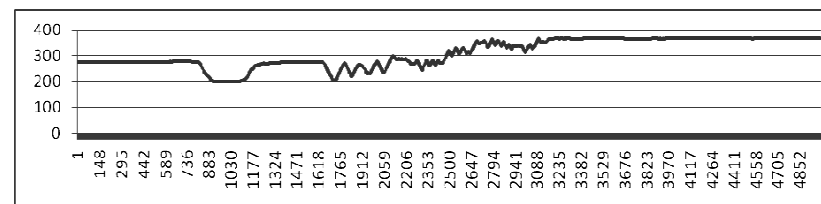


Рисунок 1 – Значение выходных данных с гироскопа

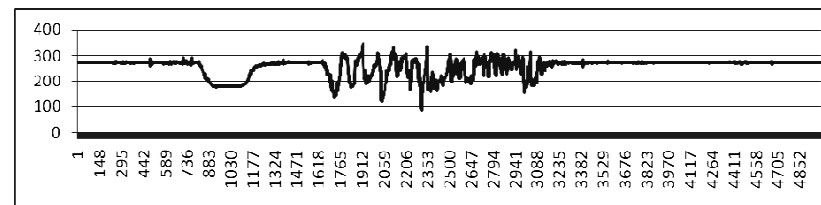


Рисунок 2 – Значение выходных данных с акселерометра



Анализ данных экспериментальных зависимостей показал, что выходной сигнал с гироскопа имеет дрейф нуля, а выходной сигнал с акселерометра зашумлен.

Рассмотрим использование в данной системе комплементарного фильтра. Главная задача комплементарного фильтра состоит в том, чтобы нивелировать дрейф нуля гироскопа и ошибки дискретного интегрирования. На каждом шаге интегрирования мы корректируем интеграл угла наклона с помощью показаний акселерометра.

Комплементарный фильтр позволяет нам объединить сигналы получаемые с гироскопа и акселерометра, причем они представляют собой сумму интегрированного значения гироскопа и мгновенного значения акселерометра (рис.3).

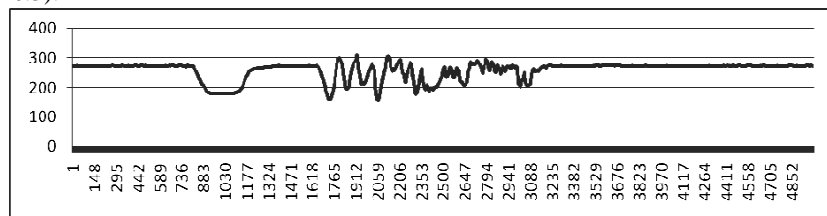


Рисунок 3 – Выходные данные после комплементарного фильтра

Фильтр Калмана использует динамическую модель системы (например, физический закон движения), известные управляющие воздействия и множество последовательных измерений для формирования оптимальной оценки состояния объекта. Алгоритм его работы состоит из двух повторяющихся фаз: предсказание и корректировка. В первой фазе рассчитывается предсказание состояния в следующий момент времени (с учетом неточности их измерения). Во второй фазе, новая информация с датчика корректирует предсказанное значение с учетом неточности и зашумленности (рис.4).

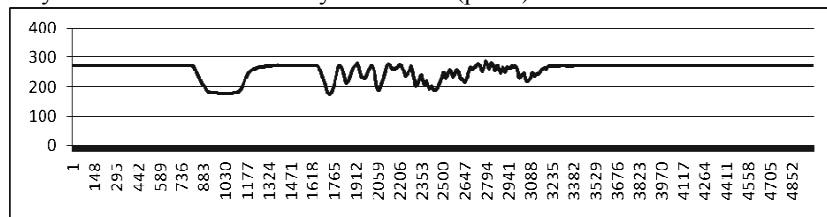


Рисунок4 – Выходные данные после фильтра Калмана

Сглаживающий фильтр является самым простым примером фильтрации, причем фильтр делает анализ по трем точкам и из трех полученных значений высчитываем среднее (рис. 5).

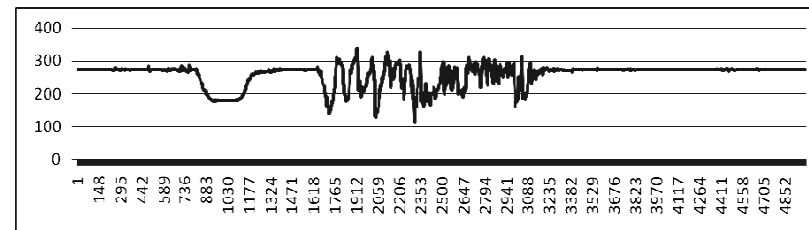


Рисунок5 – Выходные данные после сглаживающего фильтра

Проведенный анализ методов фильтрации показал, что наилучшие результаты дает комплементарный фильтр, потому что он достаточно точно обрабатывает данные, о реальном состоянии объекта, так как он объединяет данные с акселерометра и гироскопа.

Литература

1. Федоров Д.С. Использование измерительной системы MPU 6050 для определения угловых скоростей и линейных ускорений. / Д.С.Федоров, А.Ю. Ивойлов, В.А. Жмудь, В.Г. Трубин. // Автоматика и программная инженерия 2015. № 1. – С. 75–78.
2. Великанова Е.П. Адаптивная фильтрация координат маневрирующего объекта при изменениях условий передачи в радиолокационном канале. / Е.П. Великанова, Е.П. Ворошилин // Доклады ТУСУРа 2012. № 2. С. 29-34.

С.В. Борjak, А.Е. Шаралапов

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ PID РЕГУЛЯТОРА ИСПОЛЬЗУЕМОГО В ДВУХКОЛЕСНЫХ БАЛАНСИРУЮЩИХ РОБОТАХ

(Пензенский государственный университет)

В настоящее время набирают популярность двухколесные балансирующие роботы, которые используются как в научных целях для отработки алгоритмов управления неустойчивой системой, так и в коммерческих целях (балансирующие роботы типа «Сигвей» и офисные роботы Emiew). В данных роботах используются различные регуляторы, которые позволяют обеспечивать балансировку объекта.

Все двухколесные балансирующие устройства независимо от своих габаритов и веса для описания динамических характеристик используют классические математические уравнения. С целью упрощения разработки управляющих регуляторов и алгоритмов управления необходимо создать математическую модель объекта с возможностью её подстройки под конкретный балансирующий робот.