

# ОБЗОР АЛГОРИТМА РАБОТЫ ФИЛЬТРА МАДЖВИКА

Рассматривается работа алгоритма фильтра Маджвика.

## ВВЕДЕНИЕ

Фильтр Маджвика - это алгоритм, предназначенный для эффективной оценки ориентации объекта в трехмерном пространстве. Он особенно полезен в приложениях с инерциальными измерительными приборами (IMU), которые включают гироскопы, акселерометры и магнитометры.

### I. ФИЛЬТР МАДЖВИКА

**Представление кватернионов:** Фильтр использует кватернионы для представления ориентации, что позволяет избежать сингулярностей и ограничений, связанных с углами Эйлера. Кватернионы - это математическое представление, которое обеспечивает компактный и эффективный с точки зрения вычислений способ кодирования и манипулирования ориентацией.

**Объединение датчиков:** Фильтр Маджвика объединяет данные гироскопа, акселерометра и магнитометра для оценки ориентации. Гироскоп обеспечивает угловую скорость, акселерометр измеряет линейное ускорение, а магнитометр определяет магнитное поле Земли.

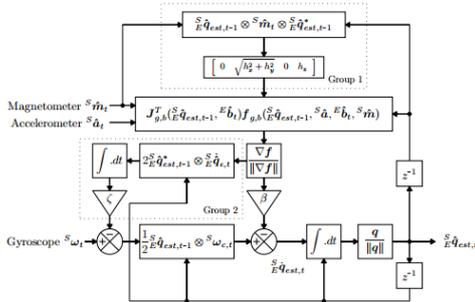


Рис. 1 – Блок-схема представляющая полный фильтр ИНС с магнитометром включающий компенсацию магнитного искажения (группа 1) и компенсацию дрейфа гироскопа (группа 2).

**Алгоритм градиентного спуска:** В основе фильтра Маджвика лежит оптимизированный алгоритм градиентного спуска. Этот алгоритм минимизирует ошибку между расчетной ориентацией и ориентацией, измеренной датчиками. Он корректирует значения кватернионов, чтобы выровнять расчетное направление силы тяжести и магнитного поля Земли с измерениями акселерометра и магнитометра.

*Шабанович Роман Александрович*, аспирант кафедры систем управления БГУИР, r.shabanovich@bsuir.by.

*Научный руководитель: Хаджинов Михаил Касьянович*, доцент кафедры систем управления БГУИР, кандидат технических наук, доцент, mk\_h@tut.by.

**Компенсация смещения:** Фильтр компенсирует смещения в показаниях гироскопа, которые могут вызвать дрейф с течением времени. Постоянно корректируя эти смещения, фильтр может поддерживать более точную оценку ориентации.

### II. ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

**Эффективность вычислений:** Одним из ключевых преимуществ фильтра Маджвика является его вычислительная эффективность, что позволяет использовать его в приложениях реального времени, даже в системах с ограниченной вычислительной мощностью. Этого удалось достичь за счёт использования кватернионов, вместо уравнений Эйлера, так как для вычисления координат требуется 4 переменных вместо 9.

**Регулируемые параметры:** Фильтр имеет регулируемый параметр, часто обозначаемый как "бета" который может быть настроен в зависимости от характеристик системы, в которой он используется. Этот параметр влияет на баланс между измерениями гироскопа и акселерометра/магнитометра в процессе слияния датчиков.

На практике фильтр Маджвика реализуется программно и работает в цикле, постоянно принимая новые показания датчиков и обновляя оценку ориентации. Он широко используется в робототехнике, виртуальной реальности и других областях, где требуется точное отслеживание ориентации.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Был рассмотрен алгоритм работы фильтра Маджвика. Основным преимуществом фильтра Маджвика, относительно фильтра Калмана является его вычислительная эффективность, что позволяет использовать его в приложениях реального времени, даже в системах с ограниченной вычислительной мощностью. В целом, данный фильтр представляет собой элегантное решение для оценки ориентации по данным датчиков, но необходимо знать о его ограничениях и потенциальных проблемах.

1. Sebastian O.H. Madgwick, An efficient orientation filter for inertial and inertial/magnetic sensor arrays. - 2010
2. Хабр - Фильтр Маджвика [Электронный ресурс]. - Электронные данные. - Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/255661/>