

Министерство образования Республики
Беларусь Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК _____

Жлобо
Михаил Васильевич

Определение ориентации и траектории перемещения объекта в трехмерном
пространстве на основе сигналов инерциальных датчиков

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук
по специальности 1-45 81 01 «Инфокоммуникационные системы и сети»

Научный руководитель
Давыдова Надежда Сергеевна
кандидат технических наук, доцент

Минск 2020

КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Под навигацией понимается решение навигационной задачи: определение текущих координат местоположения объекта. Сегодня существует огромное количество задач, где требуется точная оценка положения физического тела в трехмерном пространстве. Например для самолетов и судов навигационные системы важны как ничто другое, поскольку небольшое отклонение от курса может стоить команде жизни. Так же широкое применение нашли устройства захвата движения в кинематографе, когда на актера закрепляют датчики позволяющие перенести движения актера его персонажу. Создание дополненной реальности, где оценка перемещения и ориентации наблюдателя необходима для корректного отображения виртуальных объектов относительно него. В решении подобных задач используются методы автономной навигации, основанные на использовании показаний датчиков, закрепленных непосредственно на движущемся объекте.

В основном используются оптические, акустические, механические и инерциальные системы захвата движений. Оптические системы используют особые камеры, размещенные по периметру, основным недостатком данного метода является необходимость прямой видимости объекта. Акустический метод основан на определении времени отражения ультразвуковых волн, основной недостаток этого метода – чувствительность к внешним шумам. Механическая система захвата базируется на использовании тосар-скелета. Это сильно ограничивают движения и делают невозможным выполнение сложных движений, а также беспрепятственное взаимодействие с окружением.

Инерциальное измерительное устройство используется для определения ориентации объекта в пространстве. Оно состоит из трех микро электромеханических (МЭМС) сенсоров: акселерометра, гироскопа и магнитометра. Чрезвычайно малый размер позволяет использовать МЭМС в различных миниатюрных устройствах, начиная от механических часов и заканчивая имплантатами для человека. Основными преимуществами инерциальных устройств является автономность и малые габариты.

Таким образом, целью представленной работы является изучение области автономной инерциальной навигации и разработка алгоритма определения ориентации и траектории перемещения объекта в трехмерном пространстве.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с приоритетными направлениями научных исследований и запросами реального сектора экономики

Проведенная работа по диссертационной тематике соответствует мировым тенденциям в области автономной навигации и способов получения информации о перемещении объекта. Данная тема соответствует приоритетному направлению научных исследований Республики Беларусь на 2016 – 2020 годы №5 “Информатика и космические исследования”. Рассмотренные инерциальные навигационные средства и алгоритмы позволяют осуществить повышение производительности инерциальных навигационных приборов.

Цель и задача исследования

Целью работы является исследование предметной области автономной навигации и разработка алгоритма определения ориентации и траектории перемещения объекта в трехмерном пространстве на основе инерциальных датчиков.

Для достижения цели были решены следующие задачи:

- 1 Изучены методы и технические средства определения ориентации и траектории перемещения объекта в трехмерном пространстве
- 2 Разработана архитектура инерциальной системы для определения ориентации и траектории перемещения объекта трехмерном пространстве.
- 3 Разработан алгоритм определения ориентации и траектории перемещения объекта трехмерном пространстве по показаниям инерциальных датчиков
- 4 Проведена апробация алгоритма построения траектории перемещения объекта в трехмерном пространстве.

Положения, выносимые на защиту

1. Архитектура инерциальной системы навигации.
2. Алгоритм определения ориентации и траектории перемещения объекта трехмерном пространстве по показаниям инерциальных датчиков.

Личный вклад магистранта

Содержание диссертации отображает личный вклад автора. Он заключается в практическом определении технических характеристик и проблем систем инерциальной навигации, обосновании выбора средств и инструментов проектирования, обеспечивающих оптимизацию затраченных ресурсов. Автором лично предложена структура и практическая реализация нового алгоритма инерциальной навигационной системы для определения ориентации и траектории перемещения объекта в трехмерном пространстве. Определение целей и задач исследований, интерпретация и обобщение полученных результатов проводились совместно с научным руководителем Н.С. Давыдовой.

Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов

Основные положения и результаты магистерской работы докладывались и обсуждались на 56-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов.

Структура и объем диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, общей характеристики работы, пяти глав с выводами по каждой главе, заключения, библиографического списка и графических материалов.

Общий объем диссертационной работы составляет 67 страниц, из них 51 страница текста, 37 рисунков на 24 страницах, список использованных библиографических источников (30 наименований на 3 страницах).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В начале работы осуществляется анализ текущей ситуации на рынке навигации и систем захвата движения, проводится анализ способов представления ориентации тела в пространстве. Рассматриваются существующие типы систем захвата движений. Анализируются возможные варианты реализации инерциальной навигационной системы на различных комбинациях МЭМС-датчиков. Приводятся теоретические основы имеющихся инерциальных датчиков, проводится анализ технологий.

Инерциальная навигация даёт следующие преимущества:

- 1 Непрерывная динамическая выдача всех показаний.
- 2 Автономность.
- 3 Точность навигации.
- 4 Простота использования.

В разделе 2 проводится анализ технического задания и объекта разработки. Определяются задачи исследования и необходимость разработки.

Раздел 3 полностью посвящен математическому описанию и расчету алгоритма инерциальной навигационной системы определения ориентации и траектории перемещения объекта в трехмерном пространстве. Проводится построение архитектуры системы инерциальной навигации. Производится расчет уравнения ориентации через углы Эйлера–Крылова и параметров определения траектории перемещения объекта в трехмерном пространстве через параметры Родрига–Гамильтона.

В разделе 4 проводится описание программного продукта Matlab и приведен алгоритм определения ориентации и траектории перемещения объекта.

Раздел 5 посвящен апробации алгоритма на данных о перемещении объекта по двум траекториям. Приведены графики первоначальных данных, полученных с инерциальных приборов. Продемонстрированы графики работы фильтра по устранению ошибок, вносимых приборами. Представлены графики перемещения объекта в трехмерном пространстве по различным траекториям. И представлены показания динамики ориентации объекта во времени.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Инерциальные системы захвата движения активно используются в системах авиационной навигации, киноиндустрии и системах виртуальной реальности. Последние всё больше получают популярность, поскольку оборудование позволяет всё сильнее погружаться в виртуальный мир, а для этого важна точность информации о передвижениях объекта, что и позволяют сделать инерциальные датчики.

В данной научной работе были изучены методы определения ориентации объекта через углы Эйлера-Крылова и матрицу поворота. Также были изучены методы определения траектории перемещения объекта в трехмерном пространстве через уравнения Родрига-Гамильтона и кватернионы. Проведено изучение различных средств захвата движений и описаны основные преимущества систем инерциальной навигации, использующей показания МЭМС датчиков, таких как акселерометр, гироскоп и магнитометр. Был разработан алгоритм обработки показаний инерциальных навигационных приборов, определения ориентации объекта и составления траектории перемещения объекта в трехмерном пространстве. Были представлены результаты работы программы в виде показа графиков устранения ошибок и продемонстрированной траектории перемещения объекта в трехмерном пространстве.

Полученный алгоритм автономной инерциальной навигации позволяет получить точную информации об ориентации объекта и его траектории перемещения, что можно использовать для настройки квадрокоптеров и систем виртуальной реальности.

ОПУБЛИКОВАННЫЕ РАБОТЫ

1–А. Жлобо, М.В. Определение ориентации и траектории перемещения объекта в трехмерном пространстве на основе сигналов инерциальных датчиков / М.В. Жлобо // Инфокоммуникации : материалы 56-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 22 - 26 апреля 2020 г. – Минск : БГУИР, 2020. В печати.

Библиотека БГУИР