

РАЗРАБОТКА ШЕСТИСТЕПЕННОЙ ПЛАТФОРМЫ СТЮАРТА

Мухатдинов Я.М.¹

Научный руководитель – канд. техн. наук, Герасимов Д.Н.¹

¹Университет ИТМО

iaroslav.muhatdinov@yandex.ru

Работа выполнена в рамках темы НИР-ФУНД №325073 «Качественное адаптивное управление сложными нелинейными системами с неопределенностями».

Введение

В настоящее время актуальной задачей является создание лабораторных стендов, обеспечивающих воспроизводимую отработку и экспериментальную проверку алгоритмов управления в контролируемых условиях. Такие стенды позволяют формировать заданные пространственные перемещения и ориентации, близкие к режимам движения летательных аппаратов, а также наземных и водных транспортных средств, и тем самым обеспечивать проверку устойчивости, точности и динамических характеристик алгоритмов управления до их применения на реальных объектах. Целью настоящей работы является разработка, моделирование и конструирование специализированного стенда. В качестве основы выбрана платформа Гью–Стюарта (платформа Стюарта) — параллельный механизм, обладающий шестью степенями свободы (три поступательных и три вращательных), что соответствует кинематике абсолютно твёрдого тела.

Платформа Гью–Стюарта представляет собой разновидность параллельного манипулятора, использующего октаэдральную компоновку стоек. Исторически конструкция была предложена Э. Гью в 1956 году, а широкую известность получила после публикации Д. Стюарта 1965–1966 гг.; закрепление наименования связано с тем, что в обсуждениях/замечаниях к работе Стюарта отмечалось наличие более ранних разработок Гью и приводились сведения о его платформе.

Основная часть

В рамках выполненной работы разработан и создан стенд на базе платформы Стюарта, предназначенный для экспериментальной отработки и оценки алгоритмов адаптивного управления положением и ориентацией подвижной платформы. Основной акцент сделан на проектировании, изготовлении и сборке аппаратной части платформы, обеспечивающей воспроизводимую реализацию управляющих воздействий в лабораторных условиях. Выполнено 3D-моделирование конструкции, разработана принципиальная электрическая схема, изготовлена платформа с шестью степенями свободы. В качестве исполнительных механизмов использованы шесть линейных приводов, каждый из которых приводится в движение шаговым двигателем через драйвер.

Для формирования управляющих воздействий в координатах приводов выполнено кинематическое моделирование механизма. На основе 3D-модели определены координаты точек крепления приводов на основании и подвижной платформе. Решена обратная кинематическая задача с использованием матриц

поворота. Получены математические зависимости, связывающие заданное положение и ориентацию подвижной платформы с длинами приводов.

Система управления реализована на базе программируемого логического контроллера (ПЛК). ПЛК осуществляет управление приводами платформы, выполняя обмен данными с драйверами шаговых двигателей и двухосевым инклинометром по протоколу Modbus через интерфейс RS-485, что обеспечивает помехоустойчивую связь и надёжность передачи команд.

Для испытания стенда и настройки параметров движения планируется реализация базового контура позиционного управления с пропорционально-интегрально-дифференциальным регулятором (ПИД-регулятором), который будет использоваться в качестве опорного решения для последующей экспериментальной отработки алгоритмов пропорционально интегрально дифференциальных и более сложных регуляторов положением и ориентацией подвижной платформы.

Выводы

Разработанный стенд может применяться в учебных и научно-практических целях для отработки, сравнения и экспериментальной проверки алгоритмов управления (в том числе нелинейных, адаптивных и робастных) на физическом объекте с шестью степенями свободы, а также в задачах полунатурного моделирования систем управления движением летательных аппаратов, наземных и водных транспортных средств.

Литература

1. Амперка. Как сделать платформу Стюарта на Arduino URL: <https://amperka.ru/blogs/projects/stewart-platform-hexapod-robot>
2. Платформа Гью-Стюарта URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1599143>
3. Стюарт Д. Платформа с шестью степенями свободы. – Соединенное Королевство: Институт производства инженеров-механиков, 1965-66. – Vol. 180, Pt. 1, No 15.
4. Черенков, И. И. Исследование и разработка стенда испытаний датчиков пространственной ориентации, с использованием модифицированной платформы Стюарта / И. И. Черенков // Гагаринские чтения - 2020 : Сборник тезисов докладов, Москва, 27 декабря 2019 года – 17 2020 года. – Москва: Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), 2020. – С. 847-848. – EDN CEYMJJ.