

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО МАНИПУЛЯТОРА

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Кузнецов В. В.

Карпович С. Е. – доктор техн. наук,
профессор

Рассматривается компьютерное имитационное моделирование кинематики и динамики параллельного манипулятора, построенного на сочетании трёх планарных приводов на одном статоре и пространственной подвижной группы типа Ассур третьего класса с тремя свободными внешними шаровыми шарнирами.

На основании разработанной ранее математической модели и проведённой алгоритмизации [1] механизма параллельной кинематики с шестью степенями свободы, представляющего конфигурацию в виде раскрывающегося тетраэдра (рис. 1) был разработан комплекс программ в среде MATLAB, позволяющий решать различные задачи кинематики и динамики.

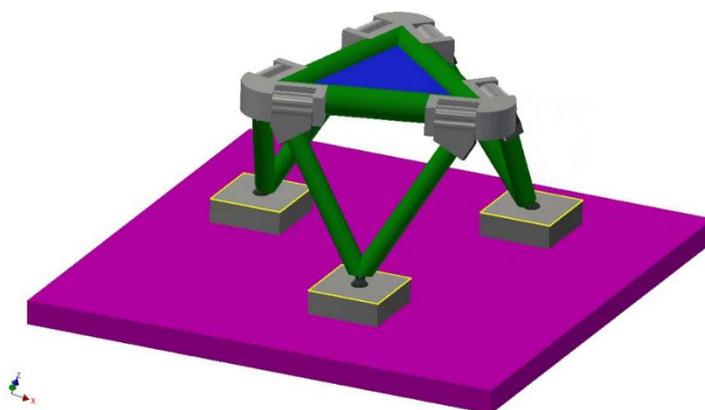


Рисунок. 1 – Параллельный манипулятор в виде раскрывающегося тетраэдра

Для интерактивного моделирования решения обратной задачи кинематики был разработан в среде MATLAB пользовательский интерфейс, представленный на рис. 2, который включает окна задаваемых параметров, панель числовых результатов моделирования и панель интерактивной визуализации результатов в виде эскиза графической конфигурации механизма.

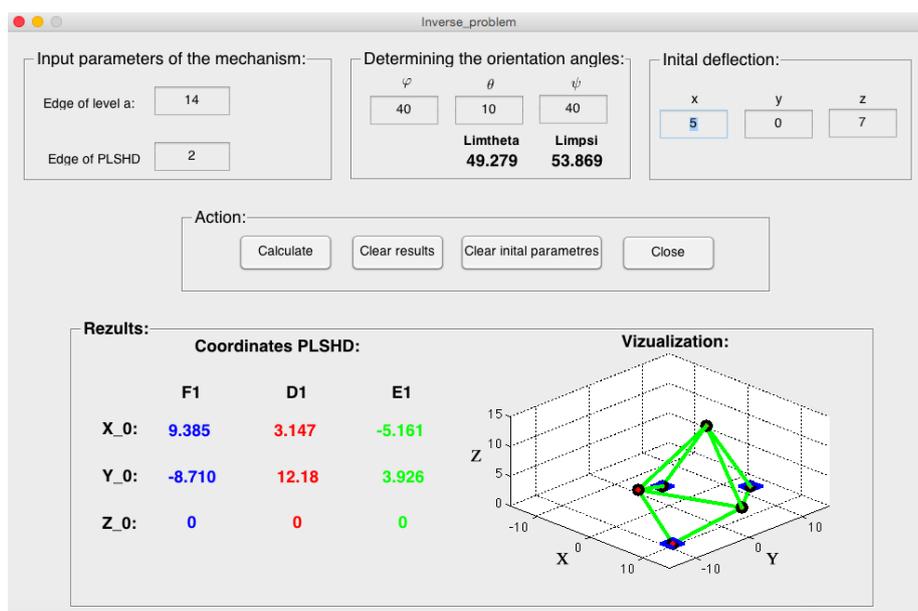


Рисунок. 2 – Параллельный манипулятор в виде раскрывающегося тетраэдра

Построение имитационной динамической модели нами выполнялось при помощи встроенной среды Simulink в программный продукт MATLAB с использованием пакетов Simscape Multibody и Simscape Multibody Link, которое включало следующие шаги:

1) разработка 3D-модели рассматриваемой системы перемещений в Autodesk Inventor с определенными конструктивными параметрами, определяющими массогабаритные и инерционные характеристики;

2) конвертация созы модели в Autodesk Inventor с помощью пакета Simscape Multibody среды Simulink, в блочно-модульную схему. Обобщенная блочно-модульная схема представлена на рис. 3.

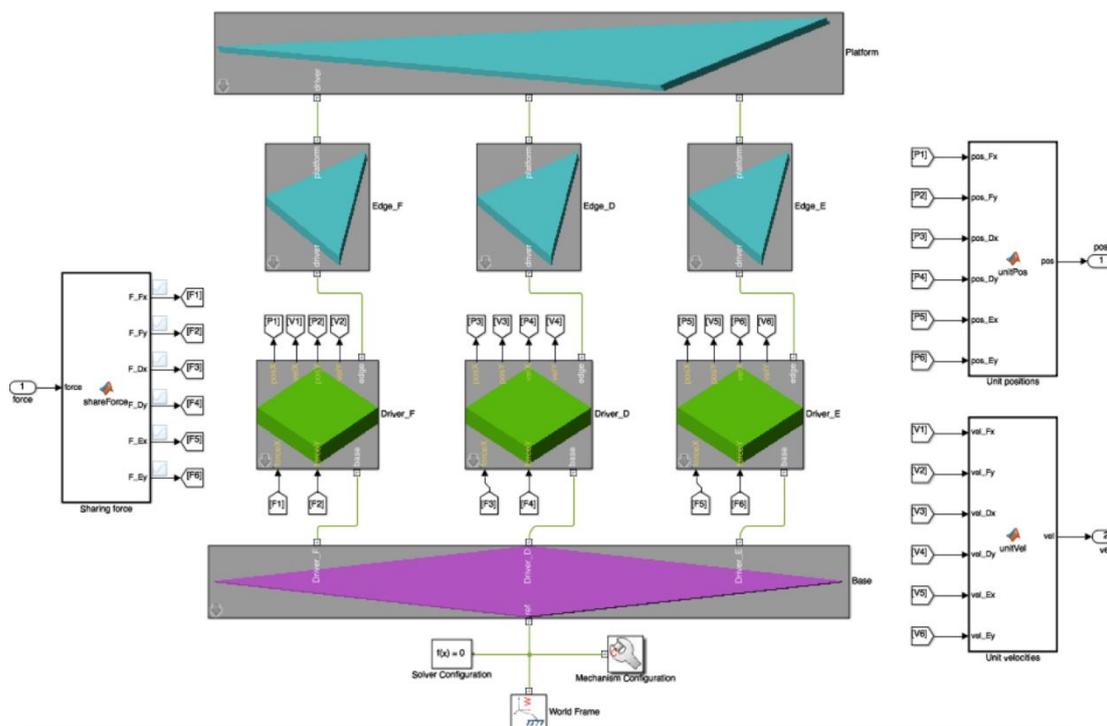


Рис. 3 – Обобщенная блочно-модульная схема

Представленная схема включает блок *Sharing force* для подачи массива сил на планарные позиционеры, статор *Base*, планарные позиционеры *Driver_F*, *Driver_D*, *Driver_E*, связывающие элементы *Edge_F*, *Edge_D*, *Edge_E*, представляющие боковые звенья механизма и статор; боковые звенья в свою очередь находятся в непосредственном контакте с рабочей платформой *Platform*.

3) для подачи силовой управляющей функции, обеспечивающей движение планарных позиционеров по необходимой траектории, к полученной блочно-модульной схеме механизма параллельной кинематики с шестью степенями свободы был добавлен ПИД-контроллер, который позволяет преобразовывать разницы между текущей скоростью *act_vel* позиционера и следующей *des_vel* при определённом шаге, а так же между текущей позицией *act_pos* и следующей *des_pos* в массив необходимых сил *force*. В контроллере может программироваться как однопараметрические регуляторы, так и для сложных систем регуляторы, обеспечивающие управление в пространстве состояния, включающего векторы положения, скорости и ускорения.

4) для генерации необходимой скорости и позиции на определенном шаге, был добавлен блок, включающий представленное решение обратной задачи кинематики по входным значениям положения рабочего звена в пространстве.

5) для тестового исследования динамики исполнительного механизма параллельной кинематики с шестью степенями свободы и системы перемещений на его основе нами был добавлен блок, генерирующий параметрические изменения во времени углов Эйлера и линейных координат, отвечающих за положение рабочего звена (платформы) в трехмерном пространстве с реализацией синусоидального закона перемещения по углам Эйлера.

Разработанная имитационная динамическая модель исполнительного механизма параллельной кинематики на трёх планарных позиционерах позволяет не только анализировать динамические условия перемещения подвижных модулей, но и позволяет в блоке «ПИД-контроллер» подбирать параметры регулятора при реализации контурного управления.

Таким образом, предложено компьютерное имитационное моделирование параллельного манипулятора с шестью степенями свободы, позволяющее проводить анализ как кинематических характеристик: скорости и ускорения, так и динамических: моменты импульсов, силы и др.

Список использованных источников:

1. Kuzniatsova V.U. Computer modeling of kinematics and dynamics of parallel manipulator with six degrees of freedom // V.U. Kuzniatsova // Present Day Trends of Innovations 7. – Zilina, Slovakia : Printing House of Zilina University, 2017. – P. 65–73.