

Система определения движения макетов на плоскости

Н.Н. Прошунин^{1,2}, М.Д. Контев^{1,2}, Д.С. Иванов²

¹ Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана,

² Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН

`nnproshunin@gmail.com`

Перед выводом на орбиту система управления движением космического аппарата проходит через серию испытаний. На этапе разработки спутника проводятся аналитические и численные исследования алгоритмов управления. Следующим этапом верификации алгоритмов управления являются испытания в условиях, максимально приближенных к орбитальным. Для этого создаются различные стенды, имитирующие движение спутников в условиях невесомости. В настоящее время в ИПМ им. М.В. Келдыша РАН разрабатывается стенд, представляющий собой аэродинамический стол, по которому на воздушной подушке движутся управляемые макеты систем управления. Для определения движения макетов на поверхности стола необходима независимая система позиционирования.

Основной задачей настоящей работы является разработка и исследование алгоритма определения движения макетов по известным меткам с помощью видеокамеры. В результате работы алгоритма получается оценка координат макета в связанной со столом системе координат, угла его поворота, а также вектора линейной скорости и угловой скорости в каждый момент времени. В рамках настоящей работы также исследуется точность определения вектора состояния макетов на столе с использованием фильтрации Калмана.

На изображении стенда, полученном с веб-камеры, с помощью разработанных алгоритмов выделяются известные заранее метки и определяются их пиксельные координаты на изображении. Чтобы привести эти координаты в систему отсчета, связанную со стендом, необходимо учесть искажения, вносимые камерой, а также ее положение относительно стенда. Для этого предварительно проводится калибровка камеры.

Калибровка состоит из двух этапов [1]. Сначала по серии снимков шахматной доски определяются внутренние параметры камеры: фокусные расстояния, координаты оптического центра и коэффициенты дисторсии. Далее находятся внешние параметры: матрица поворота и вектор переноса. На основе полученных данных в дальнейшем пиксельные координаты преобразуются в пространственные. Чтобы уменьшить ошибки

измерений и получить оценки линейной и угловой скоростей в режиме реального времени используется фильтр Калмана [2]. Для проверки программы на работоспособность было проведено несколько тестов, в том числе оценка точности определения угла поворота с помощью поворотного стола.

В результате настоящей работы была получена система определения движения, способная распознавать искомые объекты и определять их вектор состояния с точностью 1 мм и их углы поворота с точностью 1° (при удаленности камеры от стенда на 3 м).

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 15-31-20058_мол_а_вед.

Литература

1. Bradski G., Kaehler A. Learning OpenCV. O'Reilly Media, 2008. 580 p.
2. Иванов Д.С., Карпенко С.О., Овчинников М.Ю. Алгоритм оценки параметров ориентации малого космического аппарата с использованием фильтра Калмана // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2009. № 48. 32 с.