

Определение колебательных движений гибких элементов конструкции космического аппарата с помощью обработки видеоизображения

Д.О. Лазарев¹, Д.С. Иванов²

¹Московский физико-технический институт (государственный университет),

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

Как правило, при управлении движением космические аппараты (КА) считаются твёрдым телом, и законы управления движением таких аппаратов строятся соответствующим этому предположению образом. Но в связи с тенденцией увеличения точности стабилизации КА, становится необходимым учитывать в модели движения колебания нежёстких элементов конструкции (например, солнечных панелей, манипуляторов, распределенных антенн). Наибольшее влияние на угловое движение КА оказывают низкочастотные и, как правило, слабозатухающие колебания, возникающие, например, при разгрузке маховиков или вследствие включения двигателя. Эти колебания необходимо определять с помощью доступных средств измерения и демпфировать с помощью системы управления ориентацией или специальных актюаторов.

Для определения частоты, амплитуды и фазы колебаний гибких элементов конструкции могут использоваться как бортовые датчики определения углового движения КА, так и специальные измерительные средства. Для более точного определения движения используются оптические измерения, например, специально установленной видеокамерой. Для статического и динамического профилирования гибких конструкций КА хорошо зарекомендовала себя фотограмметрия – дисциплина, определяющая форму трёхмерных объектов по нескольким фотоизображениям этого объекта [1]. Для фотограмметрии жестких объектов часто применяются светоотражающие либо высококонтрастные мишени, прикрепляемые к конструкции распознаваемого объекта. Они позволяют делать снимки чрезвычайно высокой контрастности ввиду яркости светового пятна от вспышки фотокамеры [2,3].

В настоящей работе рассматривается применение фотограмметрического метода для определения колебаний гибкой солнечной панели, установленной на макете системы управления движением КА. На корпусе макета устанавливается видеокамера, в поле зрения которой попадает гибкая солнечная панель со специально установленными метками. С помощью обработки изображения определяются пиксельные координаты меток в кадре. На основе этих измерений с использованием среднеквадратичной фильтрации в режиме реального времени производится оценка отклонения панели от положения равновесия. По этим оценкам определяются амплитуды и частоты основных мод колебаний панели. В работе анализируется точность нахождения колебательных движений с использованием разработанного метода.

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

Литература

1. Gruen A. Development of Digital Methodology and Systems // Close Range Photogramm. Mach. Vis. 2001. P. 400.
2. Sabatini M. et al. Operational modal analysis via image based technique of very flexible space structures // Acta Astronaut. Elsevier, 2013. Vol. 89. P. 139–148.
3. Sabatini M. et al. Image based control of the “PINOCCHIO” experimental free flying platform // Acta Astronaut. Elsevier, 2014. Vol. 94, № 1. P. 480–492.