

УДК 629.78

Определение движения космического аппарата во время межпланетного перелета по измерениям углового размера планет Солнечной системы

Ю.К.Наумкина¹, Д.С.Иванов²

¹Московский физико-технический институт (государственный университет),

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

В настоящее время всё большее внимание уделяется разработке алгоритмов автономной навигации космических аппаратов (КА) в частности при помощи оптических средств. Так, например, сотрудниками ИКИ РАН была разработана серия алгоритмов, в основе которых лежит использование фотографий Земли [1] и Луны [2], полученных на борту КА.

В настоящей работе предложен алгоритм на основе фильтра Калмана, который по бортовым оптическим измерениям углового размера планет и направлению на центр их масс позволяет оценить положение КА в гелиоцентрической системе координат. Считается, что координаты планет в гелиоцентрической системе координат известны.

Моделирование работы алгоритма производится в условиях следующих допущений: движение тел - кеплерово, планеты хорошо видны, а их форма близка к сферической, КА - твёрдое тело. К тому же измерения получаются при помощи звездного датчика, что означает возможность использования данного метода на микроспутниках.

Была изучена работа алгоритма на двух моделях измерений: в первой используются только углы азимута и места, во второй дополнительно вводится угловой размер наблюдаемых планет Солнечной системы. Исследование показало, что такое изменение модели повышает точность определения движения, хотя алгоритм усложняется при этом незначительно.

После того как была доказана целесообразность использования дополнительного измерения, для которого не требуется изменять конструкцию спутника, встаёт вопрос о выборе наблюдаемой планеты, измерения направления на которую позволяют достичь наилучшей точности определения положения КА. Отслеживание ближайшей к космическому аппарату планеты (или планеты с наибольшим угловым размером) позволяет сохранять точность определения движения даже в случае удаления наблюдаемых планет. При обнаружении в поле зрения камеры планеты, использование которой является более предпочтительным в данный момент времени в сравнении с текущей, производится переориентация КА с помощью управления типа PD-controller таким образом, чтобы изображение планеты находилось в центре кадра, и в дальнейшем слежение идёт до возникновения рядом более крупной с точки зрения углового размера планеты.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 14-11-00621.

Литература.

1. Жуков Б.С. Автономная оптическая навигация на земных орбитах по контрольным точкам // Тезисы пятой всероссийской научно-технической конференции «Современные проблемы ориентации и навигации космических аппаратов». 2016, с. 36
2. Жуков Б.С., Жуков С.Б. Навигация на лунных орбитах и при посадке на Луну с помощью сверхширокоугольной камеры // Тезисы пятой всероссийской научно-технической конференции «Современные проблемы ориентации и навигации космических аппаратов». 2016, с. 37