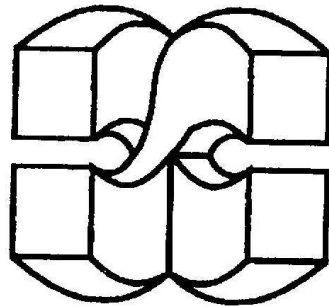


microCAD '97
International Meeting on Information Technology
KHARKOV 12-14 May 1997



PRINTED MATTERS
OF CONFERENCE

Министерство образования Украины
Харьковский государственный политехнический университет

Мишкольцкий университет (Венгрия)

Магдебургский университет (Германия)

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ:
НАУКА, ТЕХНИКА, ТЕХНОЛОГИЯ,
ОБРАЗОВАНИЕ, ЗДОРОВЬЕ**

Труды
международной научно-технической конференции
12-14 мая 1997 г.

В пяти частях

Часть
первая

Харьков 1997

Информационные технологии: наука, техника, технология, образование, здоровье: Тр. междунар. науч.-техн. конф., Харьков, 12-14 мая 1997г. В пяти частях. Ч.1. - Харьков, Мишкольц, Магдебург: Харьк. гос. политехн. ун-т, Мишкольц. ун-т, Магдебург. ун-т, 1997. - 460 с.

В первой части представлены работы, отражающие актуальные вопросы создания и применения информационных технологий в механике, физико-технических исследованиях, экономике, управлении, образовании.

Для научных работников, специалистов, преподавателей, аспирантов, студентов высших учебных заведений соответствующих специальностей.

Организаторы: Харьковский государственный политехнический университет, Мишкольцкий университет (Венгрия), Магдебургский университет (Германия), Академия наук высшей школы Украины

Программный комитет: Львов Г.И., Патко Д. (сопредседатели), Грабченко А.И. (зам. председателя), Баженов В.Г., Белов В.К., Бондаренко В.Е., Гуцаленко Ю.Г., Загребельный В.Н., Ковач Ф., Космачев С.М., Лиерат Ф., Наний В.В., Некрасов А.П., Новгородцев В.А., Пелих В.Ф., Перерва П.И., Пискляров В.И., Рыщенко М.И., Тарасенко Н.А., Товажнянский Л.Л., Челени Й., Чернышев И.С.

Харьковский государственный политехнический университет,
310002, Харьков-2, Фрунзе, 21

Труды воспроизведены непосредственно с авторских оригиналов

ISBN 966-593-000-1

© Харьковский государственный
политехнический университет,
Мишкольцкий университет,
Магдебургский университет,
1997

СОДЕРЖАНИЕ

Пленарное заседание	4
1. Компьютерные технологии в механике и управлении	
1.1. Динамика и прочность машин.....	31
1.2. Информационные и управляющие системы.....	184
2. Компьютерные технологии физико-технических исследований.....	345
3. Компьютерные технологии в экономике и менеджменте.....	413

КВАЗИОПТИМАЛЬНАЯ ПО КВАДРАТИЧНОМУ КРИТЕРИЮ ПЕРЕОРИЕНТАЦИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

В.Б.Успенский, А.С.Назаров, Харьков, Украина

This article is dedicate the consideration of spacecraft reorientation problem that consists in the definition of control vector that guarantees the transference of state vector from the first position in the taskable terminal position. The spacecraft reorientation is qvazioptimal according to the introduced quadratical criterion. The minimization of introduced criterion is carried out at the expence of the special selection of strong functions in the form of polynoms. The numeral modeling testifies about the effectiveness of given problem solution.

Рассматривается задача переориентации космического аппарата (КА), моделируемого как твердое тело, описываемая следующими дифференциальными уравнениями

$$\dot{\Lambda} = \frac{1}{2}(\Lambda \circ \bar{\omega}); \quad (1)$$

$$I\dot{\bar{\omega}} + [\bar{\omega} \times I\bar{\omega}] = \bar{M}, \quad (2)$$

в которых Λ - кватернион, задающий ориентацию КА; $\bar{\omega}$ - вектор угловой скорости КА в проекциях на связанные с ним оси; I - матрица моментов инерции аппарата; \bar{M} - управляющий момент; \circ - знак кватернионного умножения.

Задача переориентации состоит в определении вектор-функции $\bar{M}(t)$, обеспечивающей за заданное время T перевод вектора состояния из начального положения в конечное (в общем случае с ненулевыми начальной и конечной угловыми скоростями) и минимизирующей функционал

$$J = \int_0^T (\bar{M}, \bar{M}) dt. \quad (3)$$

Решение такой задачи известно в частном случае [1], либо получено численно [2] и не пригодно в качестве алгоритма управления. В этих условиях предлагается квазиоптимальное решение, построенное на основе оптимизации функционала (3) на некоторой программно задаваемой траектории переориентации.

Для построения программной траектории задается кватернионная кинематическая модель сферического типа [3]

$$\Lambda_M(t) = \Lambda_1(t) \circ \Lambda_2(t) \circ \Lambda_3(t), \quad (4)$$

в которой $\Lambda_i(t) = \cos\left(\frac{\psi_i(t)}{2}\right) + \bar{b}_i \cdot \sin\left(\frac{\psi_i(t)}{2}\right), i = \overline{1,3}$.

Ей соответствует модельное значение вектора угловой скорости

$$\bar{\omega}_M = 2 \cdot (\tilde{\Lambda}_M \circ \dot{\Lambda}_M), \quad (5)$$

Здесь $\psi_i(t)$ - некоторые опорные функции; \bar{b}_i - единичные векторы. Указанные объекты играют роль выбираемых параметров модели. Путем их выбора необходимо обеспечить выполнение краевых условий задачи и минимизировать функционал.

Пользуясь тем, что количество модельных параметров избыточно по отношению к числу краевых условий, и опираясь на то, что получаемое решение должно быть простым, зададим единичные векторы $\bar{b}_i, i = \overline{1,3}$ следующим образом

$$\bar{b}_1 = \frac{\bar{\omega}_0}{|\bar{\omega}_0|}, \quad \bar{b}_2 = \frac{\bar{\lambda}_0}{|\bar{\lambda}_0|}, \quad \bar{b}_3 = \frac{\bar{\omega}_K}{|\bar{\omega}_K|}.$$

На основании введенных векторов $\bar{b}_i, i = \overline{1,3}$ из краевых условий переориентации получены выражения для краевых значений опорных функций и их производных

$$\bar{\psi}(0) = \left\{ 0, 2 \operatorname{arctg} \frac{|\bar{\lambda}_0|}{\lambda_0}, 0 \right\}; \quad \bar{\psi}(T) = \{0, 0, 0\}; \quad (6)$$

$$\dot{\bar{\psi}}(0) = \left\{ \left| \bar{\omega}_0 \right|, 0, 0 \right\}; \quad \dot{\bar{\psi}}(T) = \left\{ 0, 0, \left| \bar{\omega}_K \right| \right\}.$$

Реализацию вращения по программно заданной траектории (4), (5) обеспечивает управляющий момент

$$\bar{M}_M = I \dot{\bar{\omega}}_M + [\bar{\omega}_M \times I \bar{\omega}_M], \quad (7)$$

в котором $\dot{\bar{\omega}}_M$ может быть вычислено с учетом (4), (5) следующим образом

$$\dot{\omega}_M = 2 \cdot \left(\tilde{\Lambda}_M \circ \dot{\Lambda}_M + \tilde{\Lambda}_M \circ \ddot{\Lambda}_M \right).$$

Минимизация функционала осуществляется за счет выбора опорных функций в виде полиномов

$$\psi_i(t) = a_{0i} + a_{1i} t + a_{2i} t^2 + a_{3i} t^3 + \dots + a_{ni} t^n, \quad i = \overline{1,3},$$

причем коэффициенты a_{0i} , a_{1i} , a_{2i} , a_{3i} обеспечивают выполнение краевых условий и определены на основании (6)

$$a_{0i} = \psi_i(0); \quad a_{1i} = \dot{\psi}_i(0); \quad a_{2i} = \frac{3\psi_i(0) + (2\dot{\psi}_i(0) - \dot{\psi}_i(T)) \cdot T}{T^2};$$

$$a_{3i} = \frac{2\psi_i(0) + (\dot{\psi}_i(0) + \dot{\psi}_i(T)) \cdot T}{T^3},$$

а остальные - из условий минимизации функционала (3).

Таким образом, сформулированная задача минимизации представляет собой задачу нелинейного программирования

$$\min_{a_{4i}, \dots, a_{ni}} \int_0^T (\overline{M}_M, \overline{M}_M) dt.$$

Ее решение находится численно с помощью метода деформируемого многогранника. В процессе минимизации определяется чувствительность значения функционала (3) к порядку полиномиальных опорных функций и определяются наилучшие значения коэффициентов полиномов. Проведенное на ряде тестовых задач моделирование свидетельствует об эффективности такой методики. В результате минимизации значение функционала в среднем снижается на 30 % от исходного.

Список литературы: 1. Алексеев К.Б. Экстенсивное управление ориентацией космических летательных аппаратов. -М.: Машиностроение, 1977. - 120 с.
2. Сиротин А.Н. О задаче синтеза оптимального по энергозатратам управления переориентацией и полным торможением вращающегося сферически симметричного твердого тела // Косм. исследования. - 1995, том 33, № 2, с.174-180. 3. Фролов Ю.А., Шипулина Л.В. Синтез управления разворотом методом опорных моделей вращения // Прикладные методы кибернетики. -Киев, 1984. - с.30-35.

Научное издание

Министерство
образования Украины
Харьковский
государственный
политехнический
университет

Мишкольцкий
университет
(Венгрия)

Магдебургский
университет
(Германия)

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: НАУКА, ТЕХНИКА, ТЕХНОЛОГИЯ, ОБРАЗОВАНИЕ, ЗДОРОВЬЕ

Труды
международной
научно-технической конференции
Харьков
12-14 мая 1997г.

Часть первая

Составитель
Грабченко Анатолий Иванович

Ответственный секретарь
Гуцаленко Ю.Г.
Секретариат
Жорник Н.И., Серова Н.Н.
Оформление оригинал-макета
Крылов Е.С., Третьяк Т.Е.

Подписано к печати 06.03.97. Формат 60 × 84 $\frac{1}{16}$

Бумага офсетная. Усл. печ. л.29,75.

Уч.-изд.л.29,5. Тираж 100 экз. Заказ №1444-1.

Фирма "Курсор Лтд",
310057, Харьков-57, Театральный пер. 11/13