На рис. 4, по сравнениему положения характерных точек на изображения и их двухмерных и трехмерных координат, узнаем что координаты характерных точек приблизительно отражают их положения в неподвижной системе координат, то можно доказать правильность метода. Время реакции равно 0.138629s, что доказывает быстродействие метода.

Выводы

В данной работе предлагается метод реконструкции облачно-точечной карды окружающей средой в режиме реального времени на основе монокулярного компьютерного зрения. По сравнениему результатов моделирования детекта угловых точек выбираем детектор SUSAN, имеющий быстрее скорость вычисления и высше устойчивость. Разработка улучшения грубого и точного алгоритма соответствия, позволяющая повышить скорость вычисления. Результаты эксперимента доказывают правильность и в режиме реального времени предложенного метода.

Список литературы

- 1. Surmann H., Nuchter A., Hertzberg J., An autonomous mobile robot with a 3D laser range finder for 3D exploration and digitalization of indoor environments [J] // International Journal of Robotics and Autonomous Systems. -2003. -N 45. -P. 181 -198.
- 2. Lu H., Zhang F., Wu J. A new real time environment perception method based on visual image for micro UAS flight control[C]//Guidance, Navigation and Control Conference (CGNCC), 2014 IEEE Chinese. IEEE, 2014: 2515-2519.

 3. Sa I., Hrabar S., Corke P. Outdoor flight testing of a pole
- 3. Sa I., Hrabar S., Corke P. Outdoor flight testing of a pole inspection uav incorporating high-speed vision [C] // Field and Service Robotics. Springer International Publishing, 2015: 107-121.
 4. Zarco-Tejada P.J., Diaz-Varela R., Angileri V., et al.
- 4. Zarco-Tejada P.J., Diaz-Varela R., Angileri V., et al. Tree height quantification using very high resolution imagery acquired from an unmanned aerial vehicle (UAV) and automatic 3D photo-reconstruction methods[J]. European Journal of Agronomy, 2014, 55: 89-99.
- 5. Krig S. Computer Vision Metrics: Survey, Taxonomy, and Analysis [M]. Apress, 2014.
- 6. Smith S.M., Brady J.M. SUSAN a new approach to
- low level image processing[J]. International journal of computer vision, 1997, 23(1): 45-78.
- 7. Tinne Tuytelaars, Krystian Mikolajczyk. Local Invariant Feature Detector
- 8. Camera Calibration Toolbox for Matlab. Режим доступа: http://www.vision.caltech.edu/bouguetj/calib_doc//(дата обращения: 19.10.2014).
- 9. Fisher R B. The RANSAC (random sample consensus) algorithm[J]. ac. uk/rbf/CVonline/LOCAL_COPIES/FISHER/RANSAC/index. html,[Access 23-May-2006], 2002.

«Современное образование. Проблемы и решения», Таиланд (Бангкок, Паттайа), 20–30 декабря 2015 г.

Технические науки

ЗАДАЧА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ГЕОМЕТРИИ МАСС ТЕЛА НА ОСНОВЕ ИЗМЕРЯЕМЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕГО ДВИЖЕНИЯ

Слепова С.В., Щипицын А.Г., Шахина М.А. ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет), Челябинск, e-mail: svs1906@mail.ru

Совершенствование учебного процесса в вузах предполагает использование в нём результатов эффективных научных исследований.

В учебные планы технических направлений механического и электромеханического профилей входит дисциплина «Теоретическая механика». Раздел «Динамика» этой дисциплины включает в себя изучение теории и практики решения первой (прямой) и второй (обратной) задач для материальной точки (МТ) и твёрдого тела (ТТ), которое далее в тексте будем называть телом.

С целью введения используемых в дальнейшем тексте данной работы аббревиатур напомним краткие постановки этих задач. Первая задача: по заданным кинематическим характеристикам (КХ) и массогеометрическим характеристикам (МГХ) твёрдого тела определить действующие на него моментно-силовые характеристики (МСХ). Вторая задача: по заданным МСХ, действующим на ТТ, и по заданным его МГХ определить КХ этого тела. Заметим, что МГХ ТТ – это в общем случае десять величин:

масса, три осевых момента инерции, три центробежных момента инерции и три координаты его центра масс (ЦМ) в связанной с этим ТТ системе координат (СК). Для МТ первая и вторая задачи динамики ставятся аналогично задачам для ТТ с заменой МСХ силами, действующими на эту МТ и с заменой МГХ – массой этой МТ.

Итак, для выполнения математических описаний задач динамики используются три вида характеристик: МСХ, КХ, МГХ. А почему в явном виде изучаются только две задачи динамики? Почему не ставится в явном виде третья задача динамики для ТТ: по заданным МСХ, действующим на ТТ и его КХ определить его МГХ? Или аналогично для МТ: по заданным силам и КХ МТ определить её массу?

Мотивом о целесообразности постановки и изучения методов решения третьей задачи динамики ТТ и МТ является наличие достаточного количества публикаций по результатам теоретически и практически ценных научных работ (это, в частности, публикации [1–21]), в которых решаются задачи определения МГХ ТТ. Конечная цель подобных научных работ заключается в повышении качества управления движением объектов различного назначения путём оценивания или изменения их МГХ. Следует заметить, что для решения задач, рассматриваемых в указанных работах, необходима нетривиальная обработка измерительной и априорной информации, что предъявляет дополнительные

требования к подготовке специалиста – владению численными методами и компьютерными технологиями

Сказанное выше, на наш взгляд, даёт основание для рекомендации совершенствования учебного процесса по дисциплине «Теоретическая механика» путём введения в раздел «Динамика», наряду с традиционными «первой задачей динамики» (ПЗД) и «второй задачей динамики» (ВЗД), задач по определению МГХ или, как выше было сказано, введения понятия «третья задача динамики» (ТЗД). Такие задачи могут быть поставлены, во-первых, на основе использования результатов научных работ и, вовторых, разработаны специально как учебные для практических занятий. При этом в первом варианте целесообразно вначале изложить общие теоретические основы решения подобных задач, то есть подготовить лекционный материал. Во втором варианте подобные задачи могут быть подготовлены для практических занятий с использованием традиционных знаний по теории решения первой и второй задач динамики МТ и ТТ.

Анализ задач по теме ТЗД позволяет выделить некоторые особенности решения таких задач:

- 1. Постоянные во времени МГХ тела определяются на основе заданных или измеренных МСХ и КХ в некоторый фиксированный момент времени.
- 2. Если количество определяемых постоянных во времени МГХ тела больше количества описывающих его движение уравнений динамики, то следует «набрать» необходимое количество уравнений, характеризующих движение тела в разные фиксированные моменты времени, но при этом необходимо показать существование и единственность решения полученной системы уравнений относительно неизвестных МГХ тела. В частности, для системы линейных алгебраических уравнений потребуется условие отличия от нуля её определителя в случае неоднородной системы с количеством уравнений, равным количеству неизвестных.
- 3. В реальных задачах, когда аналитические решения уравнений динамики тела получить не удаётся, следует составить алгоритм численного определения МГХ на основе уравнений динамики тела при заданных или измеренных МСХ и КХ путём интегрирования этих уравнений и затем решения полученных уравнений относительно МГХ тела для фиксированного момента времени с учётом сказанного в п.2.
- 4. Указанную в п.2 процедуру определения постоянных во времени МГХ тела в разные моменты времени его движения можно использовать и для случая одноимённых МГХ в эти моменты времени, то есть для получения нескольких численных значений одних и тех же МГХ. Определив численными методами эти МГХ тела для нескольких моментов времени

и получив в общем случае отличающиеся друг от друга значения одноимённых МГХ в силу имеющихся погрешностей численных методов, следует затем найти их средние арифметические значения, которые приять в качестве искомых МГХ

5. Для определения переменных во времени МГХ тела необходимо использовать описывающие его движение дифференциальные уравнения динамики, переписав эти уравнения относительно неизвестных МГХ, которые будут решениями полученных уравнений при заданных МСХ и КХ тела и значений его МГХ в начальный момент времени.

В качестве классических учебных задач по теме ТЗД можно использовать постановки и решения классических задач по теме ВЗД, поставив и решив ещё и соответствующую ей задачу по теме ПЗД. И после того, как это будет сделано, можно поставить и решить задачу по теме ТЗД. В качестве олимпиадных задач по теме ТЗД можно использовать олимпиадные задачи по темам ПЗД и ВЗД, «модифицированные» под постановку задач по теме ТЗД, а также результаты научных работ по определению МГХ тел на основе информации о МСХ и КХ этих тел. При этом олимпиадные задачи по теме ТЗД следует ориентировать на решение с выполнением не только математических описаний с последующими аналитическими решениями, но и с составлением алгоритмов и разработкой соответствующих компьютерных программ. Более того, имеет смысл ставить нерешённые научные задачи по определению МГХ тел в качестве олимпиадных и если участники олимпиады их решают, то рекомендовать им далее использовать эти решения в качестве задела по своим будущим научным работам.

Таким образом, по теме ТЗД могут быть задачи четырёх уровней сложности, перечисленных далее в порядке её возрастания: 1) простые задачи, составленные или заимствованные из известных сборников задач по темам ПЗД и ВЗД (оцениваемые, например, в 1-4 балла); 2) задачи повышенной сложности, составленные или заимствованные из известных сборников задач или олимпиадные задачи прошлых олимпиад по темам ПЗД, ВЗД, «модифицированные» под задачу по теме ТЗД (5-7 баллов); 3) решённые научные задачи, заимствование из неопубликованных научных работ по определению МГХ тел (8-10 баллов); 4) задачи по теме ТЗД, заимствованные из публикаций по постановкам задач научных работ, но ещё не решённые (больше 10 баллов).

Для составления учебных задач по теме ТЗД необходимо вначале поставить и решить задачи по темам ПЗД и ВЗД, а затем, используя эти решения, поставить и решить задачу по теме ТЗД с учётом указанных выше особенностей. В частности, можно дать рекомендации по составле-

нию простых задач по теме ТЗД: 1) сформулировать постановку задачи, найти её аналитическое решение; 2) поставить соответствующие этой задаче задачи по темам ПЗД, ВЗД и найти их аналитические решения; 3) подставить численные значения в исходные параметры по ПЗД и ВЗД и определить соответствующие решения на основе аналитических решений этих задач – эти найденные численные значения будут исходными параметрами для задачи по теме ТЗД; 4) подставить эти исходные параметры в аналитическое решение задачи по теме ТЗД и сравнить полученные величины с исходными данными по МГХ в ПЗД и ВЗД: совпадение сравниваемых величин будет свидетельствовать о правильности решений всех трёх задач. Варьируя исходные данные, можно набрать необходимое количество вариантов для постановок задач по определению МГХ в рамках одной общей задачи по теме ТЗД.

При кафедре, ведущей дисциплину «Теоретическая механика», может быть создана лаборатория по экспериментальному подтверждению решений задач по теме ТЗД: 1) при заданном движении динамического стенда с размещённым на нём телом с заданными МГХ, на котором установлены «блок инерциальной информации» и «бортовой компьютер», определение КХ этого тела с целью контроля правильности измерений и вычислений - это процедура отработки правильного функционирования «блока инерциальной информации» и «бортового компьютера»; 2) при не заданном движении динамического стенда с установленным на нём телом и с установленными на нём правильно функционирующими «блоком инерциальной информации» и «бортовым компьютером» определение МГХ и КХ этого тела – это полноценная лабораторноисследовательская задача.

Рассмотренные примеры составления и решения задач по теме ТЗД [21] дают конкретную методику использования внесённых выше предложений.

Список литературы

- 1. Тверской М.М., Смирнов В.А. Алгоритмы цифровой обработки информации при балансировке неравномерно вращающегося летательного аппарата // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Сер. Компьютерные технологии, управление и радиоэлектроника, 2001.-N 9. Вып. 1.-C. 51-57.
- 2. Тверской М.М. Контроль распределения массы летательного аппарата // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Сер. Машиностроение, -2001.-№ 6, Вып. 1.-C. 121-133.
- 3. Тверской М.М. Автоматизированый контроль и коррекция распределения масс изделий машиностроения // Челябинск: Издательство ЧГТУ, 1997. 184 с.
- 4. Тверской М.М., Бондаренко Г.Д. Алгоритмы автоматической обработки информации при контроле массогеомерических характеристик изделий // Автоматизация расчёта и контроля параметров изделий в машиностроении: сб. науч. тр. Челябинск: ЧГТУ, 1995. С. 3-15.
- 5. Тверской М.М. Коррекция массово-геометрических характеристик изделий ракетно-космической техники // Автоматизация и современные технологии: сб. науч. тр. Челябинск: ЧГТУ, 1995. № 6, С. 23-27.

- 6. Тверской М.М. Автоматизированные стенды для контроля и расчёта коррекции распределения масс летательных аппаратов // Динамика, прочность и износостойкость машин: сб. науч. тр. Челябинск: ЧГТУ, 1995. № 1, С. 69-77.
- 7. Тверской М.М. Теоретические основы коррекции массогеометрических характеристик изделий машиностроения // Автоматизация расчёта и контроля параметров изделий в машиностроении: сб. науч. тр. Челябинск: ЧГТУ, 1994. С. 3-14.
- 8. Федоров А.В. Концепция комплексной экспериментальной оценки значений динамических характеристик летательного аппарата с изменяемыми массогеометрическими параметрами [Электронный ресурс] // Авиакосмические технологии и оборудование. URL: http://econf.rae.ru/article/7902 (дата обращения: 13.03.2015).
- 9. Федоров В.Б. Математическая модель баллистического летательного аппарата с переменными массогеметрическими характеристиками // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Сер. Машиностроение. 2013, № 2, том 13.
- 10. Федоров В.Б., Юрин И.Ф. Определение массогеометрических характеристик элементов баллистических летательных аппаратов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Сер. Машиностроение. 2010, № 10 (186)
- 11. Шахина М.А. К задаче приближения заданных таблично функций времени массогеометрических характеристик объекта одного класса // Научный поиск. Технические науки: материалы второй науч. конф. аспирантов и докторантов. Челябинск: Издат. центр ЮУрГУ, 2010. Т. 2. С. 62-66.
- 12. Шахина М.А., Щипицын А.Г. Имитационная модель эксперимента по определению моментов инерции вращающегося тела по информации датчиков угловой скорости //Наука ЮУрГУ. Секции технических наук: материалы 62-й науч. конф. Челябинск: Издат. центр ЮУрГУ, 2010. Т. 2. С. 213-217.
- 13. Устюгов М.Н., Шахина М.А. Приближение заданных таблично функций времени массогеометрических характеристик объекта одного класса // Наука ЮУрГУ. Секции технических наук: материалы 62-й науч. конф. Челябинск: Издат. центр ЮУрГУ, 2010. Т. 2. С. 232-236.
- 14. Шахина М. А. Задача определения массогеометрических характеристик объекта по информации бесплатформенной инерциальной навигационной системы // Научный поиск: Технические науки: материалы первой науч. конф. аспирантов и докторантов. Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2009. С. 227-231.
- 15. Устюгов М.Н., Шахина М.А. О возможности определения переменных массогеометрических характеристик объекта по информации бесплатформенной инерциальной навигационной системы // Наука ЮУрГУ. Секции технических наук: материалы 61-й науч. конф. Челябинск: Издат. центр ЮУрГУ, 2009. Т. 2. С. 53-56.
- 16. Щипицын А.Г. К определению переменной массы движущегося тела на основе инерциальной информации // В кн. Наука ЮУрГУ: материалы 62-й научной конференции. Секции технических наук. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. Т 2. С. 240 244.
- 17. Слепова С.В., Шахина М.А. Приближение заданных таблично функций времени массогеометрических характеристик ракеты космического назначения. / Южно-Ур. гос. ун-т. Челябинск, 2010. \sim 27 с. ил. 8 библиогр.: 6 назв. Рус./ Деп. ВИНИТИ 23.06.2010 № 393 B2010
- 18. Щипицын А.Г., Слепова С.В., Шахина М.А. Приближение массогеометрических характеристик летательного аппарата функциями времени. // Свидетельство о регистрации электронного ресурса № 15952 от 06.07.2010.
- 19. Шахина М.А., Щипицын А.Г. «Пакет программ для определения переменной массы движущегося тела на основе инерциальной информации» // Хроники объединенного фонда электронных ресурсов Наука и образование. 2010. Т.1. №10 (17). С. 2.
- 20. Шахина М.А., Щипицын А.Г. «Пакет программ для определения переменного момента инерции движущегося тела на основе инерциальной информации» // Хроники объединенного фонда электронных ресурсов Наука и образование. 2010. Т.1. №10 (17). С. 5.
- 21. Щипицын А.Г. Программа определения параметров геометрии масс тела на основе измеряемых характеристик его движения. // Свидетельство о регистрации электронного ресурса № 20874 от 05.06.2015.