

РАЗДЕЛ V. СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 004.942:004.031.42

ИНТЕРАКТИВНАЯ ВИРТУАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ ТРЁХСТЕПЕННОГО ГИРОСКОПА

М.В. Афонин

Разработана программа, которая посредством взаимодействия с виртуальной интерактивной лабораторной установкой позволяет исследовать законы прецессии и нутационных колебаний трехстепенного гироскопа, измерять параметры модели в ходе экспериментов, наблюдать эмуляцию физических процессов.

Ключевые слова: виртуальная лабораторная установка, гироскоп, 3D-визуализация, измерительный модуль

В процессе учебной и научной деятельности зачастую приходится иметь дело с проведением экспериментов, в ходе которых возникает необходимость анализа полученных результатов. Для решения этой задачи используют различные методы визуализации: построение таблиц, графиков и диаграмм [1-3]. Таким образом, становится возможным проводить детальный анализ больших массивов данных.

Помимо эффективной работы с результатами измерений не менее важной проблемой является глубокое понимание сути исследуемых явлений и процессов.

Для этого может быть использован традиционный подход, основанный на анализе математических моделей, но не всегда он является наиболее эффективным для восприятия явлений и процессов.

В этой связи, создание интерактивных виртуальных моделей механизмов и систем обладает рядом преимуществ:

- увеличивает визуальную доступность всех элементов изучаемого объекта;
- позволяет избежать затраты на создание реального физического прототипа;
- дает возможность измерять важные параметры непосредственно с виртуальной модели в ходе проведения экспериментов в режиме реального времени;
- позволяет использовать единое виртуальное пространство для работы группы исследователей, и обобщать, полученные в ходе измерений, результаты.

В данной статье рассматривается реализованная в рамках проведенной научной работы интерактивная лабораторная установка для исследования свойств трёхстепенного гироскопа. На её примере демонстрируется возможность интерактивной визуализации сложных явлений, происходящих в инерциальном пространстве; наглядно показываются преимущества виртуальной модели перед реальным макетом; описываются принципы построения измерительного модуля, интегрированного с трёхмерным гироскопом

Постановка задачи

В основе создания трехмерной модели лабораторной установки лежит модульный принцип. Элементы сцены реализованы в виде отдельных узлов, которые объединены в группы.

Элементы геометрии созданы в абсолютных координатах и с учётом их начальной ориентации относительно друг друга. Это дало возможность избежать процесса «сборки» модели путём перемещений и поворотов отдельных её частей. Таким образом, центр абсолютных координат совпадает с центром масс ротора гироскопа.

На рисунке 1 изображена трёхмерная модель гироскопа с элементами управления.

Визуализация произведена на основе стандарта VRML/X3D [1], а также использовались и другие web-ориентированные языки и технологии [4,5] для возможности широкого доступа к модели через Интернет

В виртуальном пространстве реализована возможность проведения экспериментов с

ИНТЕРАКТИВНАЯ ВИРТУАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ ТРЁХСТЕПЕННОГО ГИРОСКОПА

трёхмерной моделью. Их цель – исследовать вращательное движение гироскопа с тремя степенями свободы в инерциальном пространстве. Такое движение называется прецессионным, движением или прецессией, возникающее под действием постоянного внешнего момента

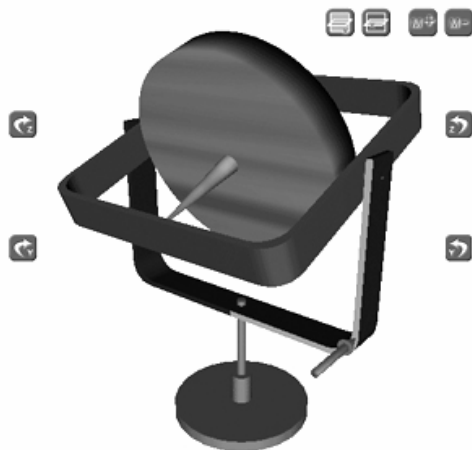


Рисунок 1 – Визуализированная 3D-модель гироскопа

Особенности решения и реализация

Следует обратить внимание на то, что прецессионное движение у гироскопа без трения в его подвесе может быть получено только при специальных начальных условиях. На практике же, движение гироскопа с тремя степенями свободы под воздействием постоянных внешних моментов имеет более сложный характер [2]. Оно описывается системой дифференциальных уравнений 1:

$$I_B \ddot{\vartheta} + I\Omega \dot{\psi} \cos \vartheta_0 = M_B ; \quad (1)$$

$$I_C \ddot{\psi} - I\Omega \dot{\vartheta} \cos \vartheta_0 = M_C ,$$

где I_B , I_C – моменты инерции гироскопа относительно внутренней и наружной осей подвеса соответственно; $I\Omega$ – кинетический момент; ϑ , ψ – углы поворота гироскопа относительно внутренней и наружной осей подвеса соответственно; ϑ_0 – начальный угол поворота гироскопа относительно внутренней оси, характеризующий отклонение плоскости внутреннего кольца от положения, перпендикулярного плоскости наружного кольца; M_B и M_C – моменты внешних сил, действующие относительно внутренней и наружной осей подвеса гироскопа.

Основное прецессионное движение быстровращающегося гироскопа обычно сопро-

вождается нутацией, представляющей мелкие колебания с большой частотой и малой амплитудой.

Рассмотрим принцип организации и распределения информационных потоков, возникающих в процессе работы измерительного модуля. На рисунке 2 изображена схема работы измерительного модуля.

Измерительный модуль начинает работать сразу после старта ротора гироскопа и инициализирует запуск таймера (1), срабатывающего в цикле через определённый промежуток времени, который предварительно задается пользователем.

После окончания задержки таймера, на вход прототипа гироскопа (Gyro) подаётся сигнал (2) по внутреннему протоколу и запрашивается текущее состояние основных параметров модели (углы смещения внутренней и наружной рамки, направление вращения ротора, величина и точка приложения момента сил на рамку). Сформированный пакет данных, содержащий все необходимые параметры отсылается прототипом (3) в измерительный модуль.

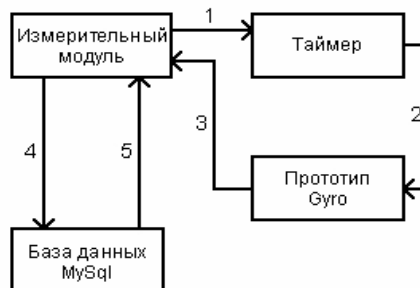


Рисунок 2 – Блок-схема измерительного модуля гироскопа

Полученные данные конвертируются в пригодную для записи форму и направляются для хранения в базу данных (4), организованную на основе MySQL сервера. Цикл информационного обмена с моделью завершается подтверждением факта сохранения измеренных параметров в базе данных (5).

Используя приведенную схему взаимодействия измерительного модуля с моделью гироскопа, удастся автоматизировать процесс съема показаний. Кроме того, во время измерений пользователь имеет возможность воздействовать на те параметры, которые не поддаются управлению при работе с реальной лабораторной установкой.

Заключение

Разработанная интерактивная виртуальная модель гироскопа обладает рядом пре-

РАЗДЕЛ V. СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

имущества: - возможность исследовать "чистое" прецессионное движение, без искажения результатов измерений помехой, вызванной присутствием трения в осях подвеса гироскопа; - отсутствует необходимость ожидания интервала времени, требуемого для достижения ротором номинальных оборотов, поскольку это происходит мгновенно после запуска ротора в виртуальном пространстве; - возможность мгновенного изменения осевого момента инерции ротора (для реальной лабораторной установки потребовалось бы вносить корректировки в её конструкцию); - возможность замедления и ускорения времени в виртуальном пространстве позволяет наглядно изучать в динамике как сильно растянутые во времени процессы, так и носящие мгновенный характер; - возможность автоматического построения графиков зависимостей по окончании эксперимента, а также импорт полученных данных в другие среды разра-

ботки (такие, как AutoCAD, MATLAB, Mathcad) для дальнейшего исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Описание стандарта X3D. [Электрон. данные]./ Режим доступа: www.web3d.org/x3d/
2. Кудряшов, Г.Н. Механика гироскопических систем./ Г.Н. Кудряшов, А.В.Сазонов, С.Ф. Скорина –СПб.: Изд-во ГУАП, 1992.
3. Агапонов, С.В. Средства дистанционного обучения. Методика, технология, инструментарий./ С.В. Агапонов, З.О. Джалиашвили, Д.Л. Кречман, и др. -СПб.: БХВ-Петербург, 2003.
4. Дари, К. Ajax и PHP. Разработка динамических веб-приложений./ К. Дари, Б. Бринзаре, Ф. Черчез-Тоза, М. Бусика –СПб.: Символ, 2006.
5. Вайк, Р.А. PHP. Справочник. / Р.А. Вайк, Д. Уокер, Р. Кокс. -Киев: ДиаСофт, 2001.

*Аспирант, магистр техники и технологий
Афонин М. В., тел. 8-(921)-88-256-88, e-mail:
futureer@inbox.ru, Государственный университет
аэрокосмического приборостроения (г. Санкт-Петербург).*

УДК 004.318-181.4 681.51:004.5

ОПТИМИЗАЦИЯ СХЕМЫ ТАКТОВОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМОГО ЦИФРОВОГО ПРИЕМНИКА НА ПРОЦЕССОРЕ TMS320VC55XX

В. В. Василевский, В. А. Панюшкин, П. И. Пузырёв

В статье рассмотрена оптимизация программы реализующей схему тактовой синхронизации для программно-конфигурируемого цифрового приемника на цифровом сигнальном процессоре серии TMS320VC55XX. Подробно рассмотрен процесс оптимизации и приведен оптимизированный код программы для интерполятора Фэрроу 3-го порядка и тактового генератора с числовым управлением.

Ключевые слова: оптимизация, цифровая обработка сигналов, вычислительная эффективность, восстановление тактовой синхронизации, программно-конфигурируемый цифровой приемник

К
При проектировании устройств на базе цифровых сигнальных процессоров (ЦСП) неизбежно возникает проблема выбора модели ЦСП и его производительности. С одной стороны ЦСП должен обеспечить выполнение программы с заданной скоростью, а с другой - иметь низкую стоимость, малое энергопотребление, тепловыделение и иметь все необходимые для устройства порты ввода/вывода. Для мобильных устройств одним из главных критериев выбора ЦСП является энергопотребление, при этом процессоры с меньшим энергопотреблением имеют меньшую производительность. Одним из способов уменьшения требований к производительности процессора является оптимизация алгоритма и кода программы. Как правило, опти-

мизируются только критические части кода, которые являются основными потребителями необходимого ресурса (процессорное время, память). Можно выделить три вида оптимизации программного обеспечения [1].

Оптимизация алгоритма. Является самым эффективным видом оптимизации и предопределяет теоретически достижимый порог оптимизации.

Машинно-независимая – оптимизация в пределах языка программирования высокого уровня не учитывающая особенности архитектуры процессора. Является промежуточным этапом оптимизации и среднем уровнем абстракции, позволяющим переносить программу без изменений на процессор с другой системой команд.