

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра математического обеспечения
вычислительных комплексов и информационных систем

**СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО АЛГОРИТМА
ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО СИНТЕЗА В УПРАВЛЯЕМЫХ И
НЕУПРАВЛЯЕМЫХ ПЛАТФОРМАХ**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 441 группы

направления 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование
информационных систем

факультета компьютерных наук и информационных технологий

Шехмаметьева Рустама Рамильевича

Научный руководитель:

д.ф.-м.н.

Д.К.Андрейченко

(подпись, дата)

Зав. кафедрой:

д.ф.-м.н.

Д.К.Андрейченко

подпись, дата

Саратов 2017

ВВЕДЕНИЕ

Математическими моделями ряда современных технических систем являются т.н. комбинированные динамические системы (КДС), представляющие собой математические модели в форме связанных посредством граничных условий и условий связи систем обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных при соответствующих начальных условиях. Управляемые КДС зависят от т.н. параметров обратных связей. Под параметрическим синтезом понимают выбор значений параметров обратных связей, обеспечивающих требуемое качество переходных процессов. Параметрический синтез основан на минимизации среднеквадратичного отклонения вещественной частотной характеристики проектируемой системы от т.н. желаемой вещественной частотной характеристики, характеризуются значительной вычислительной трудоёмкостью и требуют применения параллельных вычислительных технологий. Особенностью реализации параллельных алгоритмов параметрического синтеза является необходимость поддержки динамической балансировки вычислительной нагрузки по имеющимся процессорам (ядрам).

Ранее был предложен адаптивный алгоритм параметрического синтеза, оптимизированный для случая малой протяжённости областей устойчивости в пространстве параметров обратных связей. Однако, он не применялся для параметрического синтеза автономной системы угловой стабилизации реактивных снарядов залпового огня.

Современные рабочие станции комплектуются мультиядерными процессорами и, по существу, параллельные вычислительные технологии для данного класса параллельных вычислительных систем используют многопоточность современных ОС. В частности, распараллеливание на

основе многопоточности с динамической балансировкой вычислительной нагрузки обеспечивают: OpenMP (неуправляемая платформа), .NET TPL и потоки JVM (управляемые платформы). Вместе с тем, в настоящее время нет исчерпывающей информации об эффективности применения стандартных средств распараллеливания неуправляемых платформ относительно управляемых для тех или иных классов математических моделей.

Ставится задача сравнения эффективности распараллеливания вычислений средствами OpenMP, .NET TPL и потоков JVM для решения задачи параметрического синтеза в КДС, в том числе и на основе адаптивного алгоритма параметрического синтеза. В качестве модельной рассматривается задача параметрического синтеза автономной системы угловой стабилизации реактивного снаряда залпового огня.

Вычислительная логика реализуется в оптимизированном C++ коде, который:

1. Является объектом распараллеливания в C++ посредством OpenMP;
2. Через переходники вызывается из C# и является объектом распараллеливания на основе TPL на .NET;
3. Через JNI вызывается из JVM и является объектом распараллеливания на основе стандартных средств многопоточности Java.

Такой подход позволяет объективно выполнить сравнение качества сбалансированной динамической нагрузки в управляемых и неуправляемых платформах.

Структура и объём работы. Бакалаврская работа состоит из введения, двух разделов, заключения, списка используемых источников и приложений. Общий объём работы – 86 страниц, из них 49 страниц – основное содержание, включая 2 таблицы и 7 рисунков, цифровой носитель в качестве

приложения, список использованных источников информации – 21
наименование.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Первый раздел «Моделирование и параметрический синтез комбинированных динамических систем» посвящён описанию теоретических основ моделирования комбинированных динамических систем и алгоритма параметрического синтеза. Раздел содержит несколько подразделов.

«Понятие комбинированной динамической системы» [1-9] включает в себя введение основных понятий, таких как «динамическая система», «комбинированная динамическая система».

«Математические модели КДС» [10-12] более подробно рассматривает комбинированные динамические системы и показывает, как можно смоделировать уравнения физических систем в виде КДС.

«Переходные функции линейных и линеаризуемых КДС» [13-14] даёт определение переходных функций, линейных и линеаризуемых КДС, показывает, что динамическая модель КДС сводится к матрице передаточных функций.

«Параметрический синтез» [15-16] даёт определение параметрического синтеза и показывает его реализацию для КДС.

«Параллельный алгоритм параметрического синтеза» показывает, как можно распараллелить алгоритм параметрического синтеза.

«Система угловой стабилизации реактивного снаряда залпового огня» [17-21] приводит конкретную физическую модель, к которой применимо КДС-моделирование и, соответственно, алгоритм параметрического синтеза.

Второй раздел «Программная реализация и исследование её эффективности» посвящён реализации алгоритма параметрического синтеза на языке C++ и его распараллеливания средствами C++ OpenMP, C# TPL и потоков Java.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработан программный проект для выбора параметров автономной системы угловой стабилизации реактивных снарядов залпового огня на основе адаптивного алгоритма параметрического синтеза управляемых КДС. Показана возможность эффективного распараллеливания алгоритма параметрического синтеза.

Объектом распараллеливания был C++ код, реализующий алгоритм параметрического синтеза. Распараллеливание произвелось посредством C++ OpenMP, C# TPL и потоков Java.

По результатам решения задачи параметрического синтеза системы угловой стабилизации реактивного снаряда залпового огня было выявлено, что эффективность параллельных вычислений на управляемых платформах лишь незначительно уступает неуправляемым.

Среди управляемых платформ C# TPL незначительно опережает потоки JVM по скорости вычислений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Андрейченко, Д.К. К теории комбинированных динамических систем/ Д.К. Андрейченко, К.П. Андрейченко // Изв. РАН. Теория и системы управления. 2000. № 3. С. 54-69.
2. Андрейченко, Д.К. Моделирование, анализ и синтез комбинированных динамических систем. Учебное пособие/ Д.К. Андрейченко, К.П. Андрейченко. Саратов: ООО «Издательский Дом «Райт-Экспо», 2013. 144 с. ISBN 978-5-4426-0018-6.
3. Андрейченко Д.К., Андрейченко К.П. К теории автономных систем угловой стабилизации реактивных снарядов залпового огня// Изв. РАН. Теория и системы управления. 2009. № 3. С. 141-156
4. Андрейченко, Д.К. Динамический анализ и выбор параметров модели гироскопического интегратора линейных ускорений с плавающей платформой/ Д.К. Андрейченко, К.П. Андрейченко // Известия Российской академии наук. Теория и системы управления. 2008. № 4. С. 76-89.
5. OpenMP Application Program Interface. Version 4.5 - November 2015. [Электронный ресурс]/ OpenMP Architecture Review Board. Электрон. дан. 2015. Режим доступа: <http://www.openmp.org/mp-documents/openmp-4.5.pdf>, свободный. Загл. с экрана.
6. Concurrency Runtime [Электронный ресурс]/ Microsoft. Электрон. дан. 2014. Режим доступа: <http://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/dd504870.aspx>, свободный. Загл. с экрана.
7. Андрейченко, Д.К. Выбор параметров систем и динамический анализ газореактивных систем стабилизации с упругими стержнями/ Андрейченко Д.К., Андрейченко К.П., Комарова М.С. // Известия Российской академии наук. Теория и системы управления. 2012. № 4. С. 101-114.
8. Андрейченко Д.К., Андрейченко К.П., Портенко М.С., Мельничук Д.В.

- Адаптивный алгоритм параметрического синтеза// Компьютерные науки и информационные технологии. Материалы Междунар. науч. конф. – Саратов: Издат. центр «Наука», 2016. – С. 31-34. – ISBN 978-5-9999-2651-7.
9. Андрейченко Д.К., Андрейченко К.П., Мельничук Д.В., Портенко М.С. Адаптивный алгоритм параметрического синтеза комбинированных динамических систем// Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Математика. Механика. Информатика. 2016. Т. 16, вып. 4. С. 465-475. DOI: 10.18500/1816-9791-2016-16-4-465-475.
 10. Андрейченко К.П. Адаптивные алгоритмы параметрического синтеза управляемых комбинированных динамических систем/ К.П. Андрейченко, Д.К. Андрейченко, М.С. Портенко, Д.В. Мельничук, Н.А. Демина// Актуальные проблемы автоматизации и управления в технических и организационных системах – АПАУ-2016: сб. трудов Международной научной конференции / под ред. М.Ф. Степанова. – Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2016. – С. 42-49. – ISBN 978-5-9909500-9-2.
 11. Андрейченко, Д.К. Распараллеливание параметрического синтеза по схеме «Портфель задач» на основе технологии MPI/ Д.К. Андрейченко, А.А. Ерофтиев, Д.В. Мельничук // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Математика. Механика. Информатика. 2015. Т. 15. Вып. 2. С. 222-228. DOI: 10.18500/1816-9791-2015-15-2-222-228.
 12. Банди, Б. Методы оптимизации. Вводный курс/ Б. Банди. – М.: Радио и связь, 1988. – 128 с.
 13. Андрейченко Д.К., Андрейченко К.П., Кононов В.В. К устойчивости системы угловой стабилизации вращающегося упругого стержня под действием продольного ускорения// Изв. РАН. Теория и системы управления. 2013. № 5. С. 12-25.
 14. Андрейченко, Д.К. Параллельный алгоритм параметрического синтеза

комбинированных динамических систем/ Д.К. Андрейченко, К.П. Андрейченко, М.С. Комарова // Доклады Академии военных наук. 2012. № 5 (54). С. 14-20.

15. Андрейченко Д.К., Андрейченко К.П., Кононов В.В. Параллельный алгоритм вычисления оптимальных параметров одноканальной системы угловой стабилизации// Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. 2013. Т. 13. Сер. Математика. Механика. Информатика, вып. 4, ч. 1. С. 109-117.
16. Андрейченко Д.К., Андрейченко К.П., Кононов В.В. Параллельный алгоритм параметрического синтеза системы угловой стабилизации вращающегося упругого стержня под действием продольного ускорения// Изв. РАН. Теория и системы управления. 2017. № 2. С. 22-37.
17. Андрейченко, Д.К. Эффективный алгоритм численного обращения интегрального преобразования Лапласа/ Д.К. Андрейченко // Ж. вычисл. матем. и матем. физ. 2000. Т. 40. № 7. С. 1030-1044.
18. Комарова, М.С. Моделирование, анализ и синтез управляемых комбинированных динамических систем: дис. ... канд. физ.-мат. наук: 05.13.18 : защищена 27.12.2012 : утв. 30.09.2013 / Комарова Мария Сергеевна; науч. рук. Д.К. Андрейченко; Министерство образования и науки РФ, Саратов. гос. техн. университет. Саратов, 2012, 167 с. : табл. Библиогр.: с. 159-166.
19. Гергель, В.П. Высокопроизводительные вычисления для многопроцессорных многоядерных систем/ В.П. Гергель. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2010. 421 с.
20. Гергель, В.П. Теория и практика параллельных вычислений/В. П. Гергель. М.: Интернет-Ун-т Информ. Технологий: БИНОМ. Лаб. знаний, 2007,2010. 424 с.
21. Эндрюс, Г.Р. Основы многопоточного, параллельного и распределённого программирования / Г.Р. Эндрюс; под ред. А. Б. Ставровского. М.; СПб.; Киев : Вильямс, 2003. 505 с.