

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Черкашина Евгения Александровича

на диссертационную работу Кравченко Вячеслава Александровича «**Логико-математическое моделирование динамических систем с использованием аппарата функциональных грамматик**», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

На отзыв представлена диссертация, выполненная в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления». Работа изложена на 126 страницах, состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 114 наименований и двух приложений. Иллюстративный материал состоит из 23 рисунков и 11 таблиц.

Автореферат диссертационной работы представлен на 21 странице.

1. Актуальность темы диссертационной работы

Автоматизация процесса проектирования и реализации программных систем – структур данных, алгоритмов, интерфейсов пользователя, протоколов обмена информацией и т. д. – является актуальной задачей, направленной на повышение производительности труда разработчиков программного обеспечения (ПО), а также качества получаемого программного продукта. Развитие технологий синтеза исходного кода разрабатываемых функциональных блоков (компонент) направлено на повышение степени автоматизации ранних стадий жизненного цикла ПО, что представляет собой фундаментальную инженерную задачу. Применение средств порождающего программирования в разработке программ математического моделирования позволяет время, затрачиваемое на программирование, использовать для совершенствования математической модели исследуемого объекта и соответствующей схемы численного математического моделирования.

В работе решается проблема создания инструментария для автоматизации разработки программ компьютерного моделирования динамических систем, представимых при помощи логико-математических моделей. Результаты исследований в рамках этой проблемы преследуют целью расширить класс применимости новых методов математического моделирования к существующим техническим, природным, экономическим и социальным объектам. Это, в свою очередь, позволяет снизить требования к уровню квалификации пользователей-предметников систем математического моделирования в области физико-математических наук, и, таким образом, расширить класс пользователей таких систем.

Результаты рецензируемой работы представляют собой программную технологию порождающего программирования, позволяющую разрабатывать ПО математического моделирования технических систем, описанных на языке предметной области (Domain Specific Language, DSL), представляющем исходную систему в виде логико-математической модели. Синтез программного кода осуществляется на основе интерпретации формализованных знаний о предметной области и постановки задачи моделирования. Таким образом, полученный программный инструментарий относится к области искусственного интеллекта – актуальному направлению развитию информатики.

2. Научная новизна диссертационной работы

В процессе выполнения диссертационной работы автором получены следующие научные результаты:

1. Предложена новая методика формализации концептуальной модели динамических систем (ДС) широкого класса в виде функциональной грамматики (ФГ), позволяющая описывать как исходную задачу на удобном для пользователя языке, так и варианты ее интерпретации в виде суперпозиции функций.
2. Разработаны алгоритмы и программное обеспечение интерпретации ФГ-описаний ДС в виде последовательной декомпозиции исходной формализации ДС с конструированием суперпозиции базисных функций.
3. Разработанное ПО опробовано при решении прямых и обратных задач численного математического моделирования в радиотехнике, для чего была разработана базовая система знаний для представления линейных радиотехнических систем.

3. Практическое значение предложений и выводов диссертационной работы

В диссертации Кравченко В. А. решается задача создания программного инструментария для разработки программ численного математического моделирования динамических систем, представимых в виде логико-математических моделей. Автоматизация процесса построения алгоритма и его реализации в виде программы на функциональном языке программирования позволяет создавать программы моделирования, обладающие свойством корректности относительно исходной постановки задачи и набора базовых функций ФГ, т. е. получать более качественный программный код ПО, а также понизить требования к математической подготовке пользователя-предметника. На основе практических результатов диссертации можно строить трансляторы и интерпретаторы технических естественных языков описания предметных ДС.

Разработанная база знаний – концептуальная модель предметной области линейных радиотехнических систем – представляет собой программный каркас (framework) для проектирования ПО численного математического моделирования, позволяющий решать как прямые, так и обратные задачи в этой предметной области.

Результаты диссертации применимы в научных исследованиях институтов Иркутского научного центра СО РАН, а именно, в ИДСТУ СО РАН и ИЗК СО РАН для разработки трансляторов с технических естественных языков в SQL в задачах доступа к базам данных, ИСЭМ СО РАН для разработки постановок задач моделирования энергетических Гридсетей.

4. Обоснованность и достоверность основных положений и выводов

Результаты и выводы, полученные в ходе выполнения диссертационной работы, основаны на классических методах анализа формальных грамматик и функциональных программ, сравнительном анализе результатов моделирования с существующими подходами.

Достоверность подтверждается публикациями в журналах, рекомендованных ВАК и рецензируемых изданиях, а также успешным применением разработанной методики и ПО для решения задачи математического моделирования линейных электротехнических систем.

Результаты работы докладывались на одиннадцати конференциях различного уровня, а также на ежегодных научно-практических конференциях Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления.

5. Публикация результатов диссертационной работы

Результаты диссертационной работы представлены в 19 научных работах, включающих 5 статей в изданиях из перечня ВАК и одно свидетельство (ФИПС) о государственной регистрации программы для ЭВМ; 13 статей, опубликованных в других изданиях. Публикации в полной мере отражают основное содержание диссертационной работы.

6. Структура и содержание диссертации

Во **введении** обосновывается актуальность темы, формулируется цель, ставятся задачи и кратко описывается содержание работы. В **первой главе** рассматриваются общие вопросы применения функциональной парадигмы для концептуального моделирования ДС, показаны преимущества применения формализма и технологий функциональных грамматик для описания и интерпретации предметной области ДС. Во **второй главе** описана методика применения аппарата функциональных грамматик в концептуальном моделировании ДС. Основу методики составляют алгоритмы построения и анализа И-ИЛИ-дерева интерпретации описания ДС, порождения вычислительных алгоритмов в виде суперпозиции функций из заданного базового набора. **Третья глава** посвящена описанию применения разработанной методики в радиотехнике линейных стационарных систем: разработана база знаний предметной области, представлены примеры решения задач моделирования выходного сигнала системы (прямая задача моделирования) и передаточной функции системы (обратная задача). В **четвертой главе** описан разработанный программный комплекс, реализующий предложенную методику.

В **заключении** представлены основные научные результаты работы. В **приложениях** приведен исходный код программного комплекса и фрагменты базы знаний по радиотехнике линейных стационарных систем.

7. Основные замечания по диссертационной работе

1. В работе перечислены численные методы, использованные автором при реализации базы знаний по радиотехнике линейных стационарных систем. Однако при этом не описаны алгоритмы реализации указанных методов на языке Лисп.
2. В диссертации в явном виде не указан способ внедрения результатов диссертации и зарегистрированной программы для ЭВМ в производство. Считаю, что стоило бы уделить этому вопросу большее внимание.
3. В диссертации можно было бы получить нетривиальные новые результаты в области автоматизации синтеза программ, реализующих специальные варианты численных

методов, ориентированных на конкретные технические задачи и специальные микропроцессорные архитектуры. Для этого, например, синтезированные численные схемы при помощи замены базисных функций и терминальных символов грамматики вычислить в исходный код виртуальной машины LLVM. Затем средствами инструментария LLVM провести оптимизацию сгенерированного кода и его последующую трансляцию в машинный код процессора.

4. В тексте диссертации замечены орфографические, пунктуационные ошибки и ошибки рассогласования существительных.
5. Очень трудно воспринимать текст некоторых разделов диссертации, например, на стр. 24, 5 абз., 1 предложение ссылка (13) на самом деле должна быть (14). То же для последнего предложения 6 абз. На 26 стр., 3 абз. ссылка (14) уже правильная. На стр. 37 содержательный смысл структуры A_j воспринимается из 1 абз. определения 1, а не из формального описания. На стр. 38 использован терминал a_i , определенный только на следующей странице. Высказывание «Функция f_r выражает сущность правила $A_j \rightarrow \phi_s\{f_r\}$ » вероятно обозначает, что структура композиции f_r из базовых функций представляет собой как структуру правила $A_j \rightarrow \phi_s\{f_r\}$, так и процесс синтаксического разбора входной цепочки терминальных символов, включающий обход соответствующего И-ИЛИ-дерева.
6. Полученные результаты, относящиеся к интерпретации DSL и процессу построения целевой суперпозиции функций, необходимо было сравнить с существующими системами типа REDUCE, Agda, Spoofoax/IMP.
7. В диссертации нет литературного обзора подходов к моделированию радиотехнических систем, в связи с этим трудно оценить новизну полученных результатов в прикладных задачах диссертационного исследования.

8. Общая характеристика работы

В целом, несмотря на отмеченные недостатки, диссертационная работа содержит достаточно нового материала, чтобы квалифицировать ее как завершенное научное исследование по актуальной теме. Результаты диссертации обладают научной новизной и практической значимостью.

Использование одного формализма суперпозиции конечного набора функций для представления всех необходимых структур, связанных с описанием исходной модели, процессом трансляции и порождения целевого исходного кода является оригинальным результатом диссертационной работы. Порождаемые суперпозиции базовых функций – программы, соответствующие алгоритмам в смысле интуитивного определения Фон Неймана, причем программы содержащие формальные параметры. Одним из направлений дальнейшего развития результатов, полученных в диссертации, является задание интерпретации (в терминах вычисления функции) существующим элементам онтологий, используемым в Семантическом вебе.

Основные результаты диссертации опубликованы в открытой печати: в статьях и изданиях, включенных в список ВАК, в трудах ряда всероссийских и международных конференций. Автореферат диссертации в полной мере раскрывает содержание представленной работы.

Диссертация соответствует паспорту специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», т. к. в ней обоснованы оригинальные результаты одновременно из трех областей:

- математическое моделирование – представление динамических систем в виде функциональных грамматик, синтезируемых алгоритмов – в виде суперпозиции функций.
- численные методы – разработка системы автоматического выбора и корректного комплексирования численных методов решения прямых и обратных задач математического моделирования радиотехнических систем.
- комплексы программ – представление вычислительного процесса динамической системы на языке Лисп, а также программное порождение этого представления согласно описанию исходной модели.

9. Заключение

Таким образом, диссертация Кравченко Вячеслава Александровича является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, носит законченный характер, содержит новые научные результаты, обладающие практической полезностью, т.е. удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Диссертант соответствует требованиям, предъявляемым к научным работникам, и заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Официальный оппонент –
старший научный сотрудник
Лаборатории комплексных информационных систем
ФГБУН Институт динамики систем и теории
управления им. В.М. Матросова СО РАН
кандидат технических наук,
доцент

Черкашин Евгений Александрович

05 декабря 2017 года

Сведения об оппоненте: Черкашин Евгений Александрович

Почтовый адрес:
664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 134
тел.: 8-(3952)-42-71-00
e-mail: idstu@icc.ru



Подпись заверяю
Нач. отдела делопроизводства
и организационного обеспечения
ИДСТУ СО РАН

Г.Б. Кононенко
05.12.2017