

ОТЗЫВ
официального оппонента
на диссертационную работу Горбенко Анны Андреевны
«Методы комбинаторной виртуализации для мобильных роботов»,
представленную на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
по специальности
05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и
комплексы программ».

Исследование различных математических проблем для робототехнических систем – это давно и активно развивающееся актуальное направление современной науки. Однако интерес к использованию методов комбинаторики слов для роботов появился лишь в последние десятилетия. Использование закономерностей комбинаторики слов позволяет получать эффективные методы виртуализации для робототехнических систем. Эта тема активно развивалась в работах таких исследователей, как А. Аргирос, Я. Демирис, П. Ламон, Г. Прадел и др.

Целью диссертации А. А. Горбенко является разработка метода комбинаторной виртуализации для мобильного робота с одним визуальным сенсором, который включал бы в себя математические модели, вычислительные методы и общие подходы к созданию программного обеспечения, позволяющие эффективно решать вычислительно трудные проблемы комбинаторики слов при помощи подключения к внешним вычислительным ресурсам. Исходя из современного уровня требований робототехники к математическому аппарату и состояния исследований в этой области, цель диссертации представляется естественной и актуальной.

Исследование метода комбинаторной виртуализации в диссертации основано на рассмотрении соответствующих методов для трех основных систем:

- системы обработки примитивов двигателей;
- визуальной системы навигации;
- системы распознавания изображений.

Это требует, в конечном итоге, решения пяти основных задач диссертации, предполагающих создание методов комбинаторной виртуализации для следующих пяти систем:

- обработки примитивов двигателей;
- построения панорамного изображения;
- выбора конкретного множества дорожных знаков;
- совмещения дорожных знаков на различных изображениях;
- оптимизации использования анализаторов.

Задачи диссертации представляются естественными и обоснованными. Решение сформулированных в диссертации задач вполне позволяет достичь цели исследования.

Текст диссертации изложен на 143 страницах машинописного текста и состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 192 наименований и списка иллюстративного материала из 56 наименований.

Глава 1 посвящена методам комбинаторной виртуализации для системы обработки примитивов двигателей. В этой главе рассматривается известная в комбинаторике слов проблема существования приближенного периода в слове и доказываемся сводимость этой проблемы к классической NP-полной проблеме 3-выполнимости (3-SAT) (Теорема 1). Этот результат – технически наиболее сложный в диссертации.

В главе 2 рассмотрены системы построения панорамного изображения, выбора конкретного множества дорожных знаков и совмещения дорожных знаков на различных изображениях. В рамках комбинаторной виртуализации для каждой из этих проблем была аргументировано подобрана наиболее подходящая комбинаторная модель: соответственно, проблема существования кратчайшей общей упорядоченной надпоследовательности для множества слов, проблема поиска циклического центра для множества слов и проблема существования наибольшей общей подпоследовательности с ограничениями для двух слов. Диссертантом была доказана NP-полнота для первых двух проблем (NP-полнота третьей проблемы является известным фактом) и построено сведение всех трех задач к 3-SAT (Теоремы 2–4).

В главе 3 исследуются вопросы комбинаторной виртуализации для системы оптимизации использования анализаторов. В этой главе задача оптимизации естественным образом приводит нас к комбинаторной проблеме поиска покрытия для множества стеков. Диссертантом доказываемся сводимость этой проблемы к классической NP-полной проблеме 3-SAT (Теорема 5).

В главе 4 рассмотрены вопросы, связанные непосредственно с разработкой программного комплекса, а также приводится описание программного комплекса.

Поиск эффективных вычислительных методов для проблем комбинаторики слов, рассматриваемых в диссертации, основан на построении для них явных сведений к проблеме 3-выполнимости и использовании SAT-решателей. Поскольку каждая из рассматриваемых проблем является NP-трудной, такой подход к их решению представляется вполне естественным. Для каждого из построенных сведений диссертантом проведены вычислительные эксперименты, по результатам которых выявлены SAT-решатели, позволяющие находить оптимальные решения с использованием высокопроизводительной техники. Среднее время работы для каждой из проблем следует признать удовлетворительным, поскольку размер экспериментальных данных достаточно велик для того, чтобы полный перебор за разумное время был невозможен.

Для случаев, требующих работы в реальном времени, диссертантом предложены интеллектуальные алгоритмы, позволяющие находить приближенные решения. Основное преимущество предложенных в диссертации приближенных методов заключается в возможности использовать для обучения оптимальные решения, полученные при помощи явных сведений к проблеме 3-выполнимости.

Результаты экспериментов являются достаточными для того, чтобы утверждать о высокой эффективности предложенных диссертантом математических моделей и вычислительных методов. Описание экспериментов и их результатов является достаточно подробным и полным.

Основные результаты диссертации опубликованы в 13 работах, 9 из которых входят в систему цитирования Scopus и, таким образом, приравнены к публикациям в рецензируемых научных изданиях из Перечня ВАК, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук. Также имеется свидетельство о регистрации программы для ЭВМ и патент на полезную модель, реализованную на основе результатов, содержащихся в диссертации.

Несмотря на высокий уровень работы, в диссертации были замечены следующие недостатки, недочеты и неточности.

1. Не очень высокий уровень владения техникой ссылок на литературу. В тексте нередко встречаются ненужные ссылки и избыточные ссылки. Некоторые ссылки не совсем удачны. Например, в предложении «Поэтому, используя стандартный в таких случаях формализм (см., например, [7])...» (страница 8 диссертации) ссылка на книгу Г. Кейслера и Ч.Чэна «Теория моделей» (М. «Мир», 1977) неудачна, впрочем, как и неудачна сама фраза: использование классического понятия логической выводимости не требует столь странного пояснения, сама фраза бессодержательна, а включать книгу, не относящуюся по теме к диссертации, ради одной такой ссылки не стоит. Также не удачна ссылка на работу Гейтинга при упоминании конструктивной логики CPL. Это все равно, что при упоминании аксиоматики Цермело-Френкеля теории множеств сослаться на оригинальные работы Цермело и Френкеля: уместнее сослаться на какой-нибудь стандартный учебник или современную обзорную статью по этой тематике. С другой стороны, предложения «Кроме того, в комплексе реализованы различные варианты фильтра Калмана, такие, как Unscented Kalman filter (UKF) (см., например, [72]), Extended Kalman filters (EKF) (см., например, [72]), AUKF (AUKF) (см., например, [72])... » на странице 95 диссертации и «Следует отметить, что использование задачи SC позволяет найти оптимальное решение для последовательности классификации по признакам в рамках хорошо известной (см., например, [17]) и активно развивающейся (см., например, [25]) системы неокогнитрона [50]» на страницах 17–18 диссертации служат примерами избыточного

цитирования. Это не является существенным недостатком диссертации и не мешает ее пониманию, однако является не очень хорошим стилем.

2. Замечена некоторая несогласованность обозначений и дублирование определений между главами и даже в пределах одной главы. Опять же, это не препятствует восприятию текста, однако приводит к лишним обозначениям и повторению фраз и предложений. Так, в первой и третьей главах для параметра проблемы – натурального числа K – применяется прописное написание, тогда как во второй главе используется строчная латинская буква k . В разделе «Краткое содержание диссертации» при описании первой проблемы, которая далее рассматривается в главе 1, используются алфавиты Π и Γ , тогда как для других проблем – алфавит Σ . Более того, в главе 1 также используются Σ и Γ , но не Π . В пункте «Подпоследовательности с ограничениями» в разделе 2.3 главы 2 вновь вводятся стандартные понятия длины строки, обозначения для длины, i -ой буквы и подстроки, хотя это было сделано еще во введении и активно использовалось как в главе 1, так и в главе 2 до того.
3. Обнаружены некоторые формальные математические неточности в изложении. Справедливости ради нужно отметить, что большая часть из них обусловлена спецификой изложения и наличием некоторых «негласных договоренностей», которые автоматически подразумеваются в статьях по данной тематике. Так, например, при доказательстве теоремы 1 диссертант применяет операцию логарифма к неотрицательным переменным, не комментируя случай, когда переменная под логарифмом равна нулю. Но, поскольку в доказательстве берется максимум значений логарифмов, и по крайней мере у одного из них подлогарифмическое выражение – целое положительное число, ясно, что логарифмы от нулевых значений можно или просто отбросить, или положить равными минус бесконечности – максимум будет определен корректно.
4. Также в диссертации нет определения циклической строки (вводится лишь множество циклических сдвигов, но не понятие самой циклической строки). Впрочем, циклическая строка – классическое понятие комбинаторики слов, понятное как интуитивно, так и из текста диссертации.
5. Ряд опечаток в формулах. Например, на странице 7 «Если проблема V является NP-полной, то A сводима к B для любой NP-полной проблемы W »: квантор не по той переменной. Не хватает одного условия в формуле (13) доказательства теоремы 1. Если опечатки в словах не мешают восприятию текста, то опечатки в формулах затрудняют понимание. Тем не менее, они немногочисленны, легко восстанавливаются и не критичны.
6. Не совсем точная конъюнкция $\varphi[10]$ из доказательства теоремы 2: на самом деле вместо нее должно быть две конъюнкции, отдельно кодирующие условия для первых символов строк и для последних символов строк.

7. Наконец, не очень понятно, зачем в диссертации приводятся две формулировки проблемы поиска покрытия стеков. Вторая формулировка сопровождается фразой: «Очевидно, что в виде проблемы выполнимости проблема поиска покрытия стеков может быть сформулирована следующим образом [53]». Во-первых, если это действительно очевидно, не нужно указывать ссылку или необходимо сослаться мягче: «смотрите, например, [53]». Во-вторых, новая формулировка неэквивалентна первой. Фактически, это совсем другая проблема. Данный недочет диссертации мог бы иметь серьезные последствия, если бы вторая формулировка в дальнейшем использовалась в диссертации. Однако теорема 5 доказывается именно для первой, классической и правильной формулировки проблемы, тогда как вторая, неверная, формулировка больше не используется в диссертации. Она может быть удалена из диссертации без ущерба для изложения, полноты доказательства и понимания.

Несмотря на целый ряд неточностей, все они легко устраняются и в основном становятся ясными из контекста. Все они не влияют на достоверность результатов: все результаты изложены обстоятельно и полно, истинность их не вызывает сомнений, последовательность изложения четкая, логически продуманная и аргументировано обоснованная.

Можно утверждать, что цель диссертации полностью достигнута. Основным результатом диссертации является разработка метода комбинаторной виртуализации для мобильного робота с одним визуальным сенсором, обеспечивающего эффективное решение вычислительно трудных комбинаторных проблем. Диссертантом разработаны:

- система математических моделей комбинаторной виртуализации для рассматриваемых систем;
- система вычислительных методов, обеспечивающих эффективное применение моделей комбинаторной виртуализации;
- исследовательский программный комплекс, обеспечивающий для моделей, рассмотренных в диссертации, поддержку автоматизированной подготовки наборов данных для экспериментов, проведения экспериментов и обработки их результатов.

Работа носит теоретический характер. Результаты, полученные в диссертации, могут быть использованы для дальнейших научных исследований в Уральском федеральном университете и других университетах и научных институтах России. Результаты диссертации могут быть применены для разработки систем управления мобильных роботов, а также для дальнейшего изучения эффективных алгоритмов решения вычислительно сложных проблем комбинаторики слов.

Автореферат полно и правильно отражает основные результаты диссертации. Все результаты, представленные в диссертации, являются

новыми. Содержание публикаций находится в полном соответствии с материалом диссертации.

Диссертационная работа представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу и соответствует всем критериям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013г. №842, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Автор диссертационной работы Горбенко Анна Андреевна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

29.05.2014г.

Официальный оппонент
разработчик группы роуминга
отдела биллинга

ЗАО «Восточный ветер - Eastwind»,
кандидат

физико-математических наук



Плющенко Андрей Николаевич

Адрес организации: 620039, Свердловская область, г. Екатеринбург,
ул. Лукиных, д.20А, ЗАО «Восточный ветер - Eastwind»,
email: info@eastwind.ru, тел. организации: +7 (343) 336-77-00

Подпись официального оппонента, к.физ.-мат.н. А.Н. Плющенко заверяю:

*Заместитель
управления*



директора по персоналу
Андрей Николаевич