

Заключение диссертационного совета Д212.125.13

по диссертации Ньи Ньи Хтуна на соискание ученой степени кандидата наук

Диссертация *«Разработка и исследование рецепторных геометрических моделей телесной трассировки»* по специальности 05.01.01 «Инженерная геометрия и компьютерная графика» принята к защите 23 апреля 2014 г. протокол № 13 диссертационным советом Д 212.125.13, созданным на базе ФГБОУ ВПО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет) МАИ».

Диссертация выполнена на кафедре «Инженерная графика» ФГБОУ ВПО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет) МАИ».

Научный руководитель – Маркин Леонид Владимирович, кандидат технических наук, профессор кафедры «Инженерная графика» ФГБОУ ВПО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет) МАИ».

Официальные оппоненты:

Клименко Станислав Владимирович, доктор физико - математических наук, профессор, генеральный директор Института физико-технической информатики, Протвино, профессор кафедры физико-технической информатики Московского Физико-Технического института (МФТИ).

Бодрышев Антон Валерьевич, кандидат технических наук, генеральный директор ООО «ПромАйТи».

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» (ННГАСУ).

На автореферат поступило 7 отзывов. Все отзывы положительные:

1. Отзыв ФГБОУ ВПО «Академии гражданской защиты Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий».

Подписан профессором кафедры механики и инженерной графики, д.т.н., Гомонайем М.В.

2. Отзыв Южно-Уральского Государственного Университета.

Подписан профессором кафедры "Графика" Южно-Уральского Государственного Университета, к.т.н., А.Л.Хейфецом.

3. Отзыв Севастопольского национального технического университета (СЕВНТУ).

Подписан доцентом кафедры начертательной геометрии и графики Севастопольского национального технического университета, к.т.н., О.В.Мухиной.

4. Отзыв ОАО «РСК «МиГ».

Подписан инженером-конструктором 3-й категории, кандидатом технических наук А.В. Ординым.

5. Отзыв Аэрокосмического института Оренбургского Государственного Университета (ОГУ).

Подписан заведующим кафедрой летательных аппаратов Аэрокосмического института ОГУ, д-р техн. наук, доцентом А.Д.Припадчевым.

6. Отзыв ООО «Авиакомпания Волга-Днепр».

Подписан ведущим инженером ООО «Авиакомпания Волга-Днепр» к.т.н. А.А.Загорданом.

7. Отзыв Московского государственного университета тонких химических технологий им. М.В.Ломоносова (МИТХТ).

Подписан заведующим кафедрой "Инженерная графика" Московского государственного университета тонких химических технологий им. М.В.Ломоносова, доцентом, к.п.н, В.И.Вышнепольским.

В дискуссии приняли участие 10 членов совета.

Соискатель имеет 11 опубликованных научных трудов по теме диссертации, из них 3 – из перечня изданий, рекомендованных ВАК РФ. Наиболее значимые научные работы по диссертации:

1. Хтун Н. Н., Ситу Л., Маркин Л. В. Рецепторные геометрические модели в задачах автоматизированной компоновки технического отсека легкого самолета // Труды МАИ, электр. журнал (<http://www.mai.ru>), вып. № 47, 2011 г. URL: <http://www.mai.ru/science/trudy/published.php>.

2. Хтун Н. Н., Тайк Ч., Маркин Л. В. Исследование алгоритмов использования рецепторных геометрических моделей в задачах телесной трассировки авиационной техники // Труды МАИ, электр. журнал (<http://www.mai.ru>), вып. № 69, 2013 г. URL: <http://www.mai.ru/science/trudy/published.php>.

3. Хтун Н. Н., Маркин Л. В., Соседко А.А. Применение рецепторных геометрических моделей в задачах автоматизированной компоновки авиационной техники // Труды МАИ, электр. журнал (<http://www.mai.ru>), вып. № 72, 2014 г. URL: <http://www.mai.ru/science/trudy/published.php>.

4. Ньи Ньи Хтун. Исследование рецепторного метода проектирования каналовых поверхностей в задачах компоновки авиатехники // В сб.: Тез.докл. 11-я Международная конференция «Авиация и космонавтика – 2012». – М.: Изд-во МАИ. – 2012. – С.298-299.

5. Nyi Nyi Htun. Finding the shortest smooth path in variable size using improved A* algorithm on grid-based receptor model // В сб.: тез.докл. 11-я Международная конференция ICCA 2013 (<http://www.ucsy.edu.mm/ucsy/635558k.do>) « 11th International Conference On Computer Applications – 2013, Yangon, Myanmar ». – М.: Изд-во UCSY. – 2013. – С.255-260.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Разработаны:

- геометрические модели телесной трассировки с возможностью построения плавных трасс заданного сечения и заданной минимальной кривизны и с обеспечением заданного расстояния от областей запрета и других скомпонованных объектов;

- алгоритмы, реализующие геометрические модели телесной трассировки с использованием дискретной модели пространства (рецепторной модели);
- архитектура и программная реализация алгоритмов телесной трассировки, запрограммированные на языке Microsoft C#;
- программный комплекс Advanced Pathfinder System (APS), обеспечивающий получение компоновочных решений и их визуализацию.

Предложены: Результаты анализа и верификации разработанного алгоритма и его программного обеспечения (оценка точности, быстродействия, эффективности применения и др.).

Доказана: Возможность и перспективность использования рецепторного метода геометрического моделирования в задачах автоматизированной компоновки для проектирования плавных соединительных трасс, размеры которых соизмеримы с размерами уже размещенных объектов (случай «телесной» трассировки);

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- **Доказана возможность** модификации существующих дискретных алгоритмов трассировки, существенно расширяющая границы их применимости (проведение плавных трасс с заданным радиусом кривизны, возможность изменения размеров трассы и проведения ее на заданном расстоянии от уже скомпонованных объектов);

- Выявлены закономерности между размерами рецептора, точностью рецепторной геометрической модели и затратами вычислительных ресурсов на ее реализацию.

Результативно использованы применительно к проблематике диссертации лучшие дискретные алгоритмы проектирования соединительных трасс – алгоритм Дейкстры и алгоритм A* (A-звездочка) Масамото Канехары.

Введены новые эвристики, обеспечивающие формирование гладких соединительных трасс между скомпонованными объектами.

Изложены новые положения, направленные на создание геометрических моделей с элементами искусственного интеллекта, работающие по предикативному принципу «если – то»;

Раскрыты проблемы:

- Исследование физической и математической постановки задачи автоматизированной телесной трассировки позволило сформулировать ее как многокритериальную задачу математического программирования;

- Показано, что использование для решения поставленной задачи рецепторного метода геометрического моделирования позволяет разрабатывать новые подходы и геометрические модели для компоновки таких сложных по своей геометрической форме объектов, как каналовые поверхности;

- Обоснована необходимость интеграции разработанного геометрического, алгоритмического и программного обеспечения со стандартным интерфейсом какой-либо САД-системы

Изучены взаимосвязи основных параметров разработанных геометрических моделей: «размер рецептора – точность представления геометрической формы – время проведения вычислительных операций».

Проведена модернизация дискретных алгоритмов Дейкстры и A^* (А-звездочка) Масамото Канехары), что обеспечило получение новых результатов по теме диссертации

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- Разработаны геометрические модели и алгоритмы построения главной направляющей линии каналовой поверхности для плоской и пространственной трассы, являющиеся глубокой модернизацией алгоритма A^* и устраняющие основные ограничения прототипа A^* - невозможность прокладки плавных трасс на заданных расстояниях от областей запрета;

- Разработанные в рамках данного исследования эвристики, направленные на выбор рациональных направлений движений к следующей точке бу-

дущей траектории по 8-ми смежным вершинам (на плоскости) и по 26-и смежным вершинам в пространстве, увеличивают скорость работы алгоритма трассировки в 3..5 раз;

- Модификации предложенного алгоритма трассировки и оптимизация его информационной структуры позволили увеличить быстродействие программ по сравнению с ближайшими аналогами (алгоритмами Дейкстры и A*) в 300 -1200 раз;

- Разработанные в процессе исследования геометрические модели телесной трассировки и реализующее их математическое и программное обеспечение интегрированы в разработанном программном комплексе на языке C# Advanced Pathfinder System (APS), обеспечивающем средствами интерфейса программы настройку режимов и параметров трассировки, а также визуализацию полученных компоновочных решений.

Разработаны и внедрены:

- Разработанные в рамках данного исследования геометрические модели телесной трассировки и реализующее их математическое и программное обеспечение позволило провести исследование возможности прокладки воздуховода в моторном отсеке легкого самолета “АСА-2”, что выявило возможности модификации моторного отсека этого самолета;

- Результаты диссертационного исследования также внедрены в учебный процесс кафедры инженерной графики МАИ в курсах для аспирантов и повышения квалификации преподавателей.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- В данном исследовании корректно использованы математический аппарат вычислительной геометрии и компьютерной графики, применены сертифицированные программные продукты;

- Для анализа данных в диссертации использованы современные методики сбора и обработки исходной информации;

- При верификации разработанных геометрических моделей и созданного на их основе программного обеспечения на языке Microsoft C# Advanced

Pathfinder System (APS) в данном исследовании проанализированы представительные выборочные совокупности как при решении тестовых задач с заданно известным результатом, так и внедрение ее результатов при проектировании воздухопроводов легкого самолета “АСА-2”.

Проведены вычислительные эксперименты, на основании которых установлено:

- Проведенная оценка точности представления телесной трассы рецепторной матрицей показала на тестовых примерах, что погрешность представления зависит от размера рецептора d и составляет примерно $0,9d \pm 0,28d$ при доверительном интервале $\pm 3\sigma$;

- Проведенная оценка производительности реализации предложенного рецепторного алгоритма выявила, что процессорное время расчета компоновки возрастает примерно по параболической зависимости от количества рецепторов на единице длины рецепторной матрицы и в тестовых примерах составляет от 0,05 до 1.8 секунды.

Личный вклад соискателя состоит в:

- в постановке задачи исследования;
- в формулировании физической и математической постановки задачи исследования;
- в разработке геометрических моделей проектирования каналовой поверхности, обеспечивающей заданные условия проектирования (плавность линии тока, заданные графики площадей, заданное расстояние от других объектов проектирования и т.п.);
- в разработке алгоритмов и программного обеспечения, реализующих предложенные геометрические модели;
- в разработке программного комплекса визуализации компоновочных решений,
- в анализе и верификации полученных данных проектирования, во внедрении результатов диссертации в практику проектирования легкого самолета “АСА-2” и учебный процесс МАИ.

Также соискатель лично подготавливал результаты научных исследований к опубликованию и выступлениям на конференциях. Все совместные результаты представлены с согласия соавторов.

Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной задачи и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного плана исследования, непротиворечивой методологической платформой, концептуальностью и взаимосвязью выводов.

Диссертационным советом сделан вывод о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней, и принял решение присудить Ньи Ньи Хтуну ученую степень кандидата технических наук.

На заседании 30 июня 2014 г. диссертационный совет Д 212.125.13 единогласно принял решение присудить Ньи Ньи Хтуну ученую степень кандидата технических наук.

В проведении тайного голосования приняло участие 17 человек из числа членов диссертационного совета в количестве 20 человек, из них 7 докторов наук по специальности 05.01.01 «Инженерная геометрия и компьютерная графика».

Результаты тайного голосования за присуждение ученой степени кандидата технических наук Ньи Ньи Хтуну: за присуждение ученой степени – 17; против присуждения ученой степени – нет; недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного
Совета Д212.125.13 д.т.н., проф.

М.Ю.Куприков

Ученый секретарь диссертационного
Совета Д212.125.13 д.т.н., доц.

В.И.Бирюков