

“Утверждаю”

Ректор ФГБОУ ВПО
«Нижегородский государственный
архитектурно - строительный
университет»
профессор



А.А.Лапшин

О Т З Ы В

ведущей организации на диссертацию Ньи Ньи Хтуна
по теме «РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЦЕПТОРНЫХ
ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ТЕЛЕСНОЙ ТРАССИРОВКИ»,
представленную на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности 05.01.01 -
Инженерная геометрия и компьютерная графика

Актуальность для науки и практики

Обеспечение качества современной техники невозможно без использования современных информационных технологий, в частности систем автоматизации проектирования. Для их функционирования необходима разработка соответствующего математического и программного обеспечения. Качество проектирования современной техники во многом определяется качеством его компоновки. Поэтому получение рациональных (в пределе оптимальных) компоновок является актуальной научно технической задачей, особенно для изделий с высокой плотностью компоновки (например, транспортной техники).

Хотя вопрос компоновки (размещения) объектов при проектировании техники является геометрической проблемой, в силу ряда причин он трудно поддается формализации и в настоящее время в основном ориентирован на использование личного опыта проектанта. Это часто не исключает необходимость изготовления физических макетов проектируемой техники, что замедляет и удорожает производство.

Диссертация Ньи Ньи Хтуна как раз и посвящена актуальному вопросу разработки математического и программного обеспечения для автоматизированного проектирования компоновок. В данной диссертации этот вопрос рассматривается в несколько необычном виде – необходимо провести соединительные трассы между уже размещенными объектами, т.е. рассматривается практически случай “до-компоновки”. Дополнительную сложность в постановку задачи диссертационного исследования Ньи Ньи Хтуна вносит то, что им исследуется не просто трассировка, а так называемая “телесная трассировка”, при которой размеры соединительных трасс соизмеримы с размерами уже скомпонованных объектов. Этим данное исследование отличается от подавляющего большинства известных (и подробно

проанализированных в диссертации) исследований в этой области, в которых проектирование каналовых поверхностей осуществляется лишь на основании заданного графика сечений и дифференциально-геометрических характеристик канала без учета окружающих канал уже размещенных объектов.

Необходимость проектирования телесных трассировок встречается в практике достаточно часто – это проектирование воздуховодов, трубопроводов, жгутов электропроводки и т.п. Особенно актуальны результаты данного диссертационного исследования в случае модернизации уже существующей конструкции с высокой плотностью компоновки при необходимости прокладки в ней новых трасс.

Результаты диссертационного исследования Ньи Ньи Хтуна внедрены в практику проектных исследований (при модернизации легкого самолета “АСА-2” и в учебный процесс МАИ.

Краткая характеристика работы

Основным результатом диссертационной работы Ньи Ньи Хтуна следует считать разработку геометрической модели и алгоритмов проектирования каналовой поверхности как для плоского, так и для пространственного случая с учетом дополнительных требований – обеспечения заданного графика площадей вдоль главной направляющей линии канала, обеспечение минимального заданного радиуса кривизны по главной направляющей линии канала, обеспечения заданного минимального расстояния прохождения канала от уже размещенных объектов. Важным научным результатом диссертанта является реализация предложенной геометрической модели в виде алгоритма и программного обеспечения на языке С#, разработка графической оболочки для визуализации полученных результатов и исследование характеристик предложенной геометрической модели.

Диссертация изложена на 178 страницах, включая 95 рисунков и 7 таблиц. Список литературы включает 255 наименований, в том числе 45 на иностранных языках. Диссертация состоит из введения, четырех глав и заключения.

Во **введении** обосновывается актуальность темы исследования, описывается проблематика предметной области, вопросы, связанные с автоматизацией компоновок соединительных трасс. Сформулированы цели диссертационной работы и пути достижения этих целей, перечислены положения, выносимые на защиту, кратко изложены новые научные результаты, полученные диссертантом лично, и обоснована достоверность полученных результатов. Приведены сведения об апробации этих результатов на конференциях, основных публикациях по теме диссертации и структуре диссертации.

Первая глава диссертации посвящена анализу существующих методов проектирования соединительных трасс в задачах автоматизированной компоновки. Проанализированы описанные в отечественной и мировой литературе подходы к решению поставленной задачи. Показано, что в существующих методах проектирование каналовых поверхностей решается традиционными методами геометрического моделирования объектов с учетом дополнительных функциональных или компоновочных требований. Однако во всех этих методах каналовая по-

верхность проектируется без учета возможности изменять свою форму при изменении ее положения среди уже скомпонованных объектов. Поэтому известные методы проектирования каналовых поверхностей не ориентированы на ее последующую компьютерную компоновку, для которой важнее не точность обеспечения заданных ее дифференциально-геометрических характеристик, а другие специфические свойства геометрической модели.

Таким образом, достаточно скрупулезное исследование в диссертации существующих научных исследований в этой области показало, что автоматизированная компоновка изделий сложных технических форм (типа каналовых поверхностей) представляет собой достаточно сложную и пока нерешенную задачу, что и является предметом настоящего исследования.

Во второй главе диссертации рассмотрены физическая и математическая постановка задачи исследования – проектирования каналовых поверхностей. Показана важность обеспечения плавности линии тока жидкости или газа по проектируемой трассе, для чего на ее прохождение должны накладываться дополнительные требования плавности главной направляющей линии (ГНЛ) каналовой поверхности. Показано, что с математической точки зрения задача исследования является оптимизационной задачей геометрического моделирования, в которой необходимо рациональное сочетание противоречивых требований к прохождению каналовой поверхности.

Проведенный в этой главе анализ научной литературы показал, что в мировой литературе отсутствуют решения поставленной задачи, т.е. проектирования трассы с учетом требований ее компоновки и плавности одновременно. Поэтому обосновано использование в данной диссертации рецепторного метода геометрического моделирования, для которого большим преимуществом является легкость обнаружения препятствия по коду рецептора (0 или 1). Показана возможность проектирования трассы среди уже размещенных объектов перемещением одиночного рецептора (как центра ГНЛ) с использованием в геометрических моделях методов искусственного интеллекта, в котором направление движения единичного рецептора выбирается в соответствии со стратегией обхода препятствия по принципу “Если – то”.

Проведенный в этой главе анализ научных разработок в области рецепторных моделей трассировки показал, что подобный подход используется при трассировке печатных плат и интегральных микросхем, но он не обеспечивает решение поставленной задачи проектирования каналовых поверхностей. В этой главе обосновано, что даже лучшие из известных рецепторных алгоритмов трассировки – алгоритм Дейкстры и A^* (A -звездочка) не позволяют проектировать плавные трассы, обеспечивать заданный график площадей и прохождение на заданном расстоянии от уже скомпонованных объектов, поэтому нуждаются в существенной модификации.

В третьей главе диссертации проведена разработка и исследование разработанных диссертантом рецепторных геометрических моделей телесной трассировки. Это достигается, прежде всего, использованием новых эвристик формирования ГНЛ трассы – использованием “штрафа за смену направления” и использование 26 направлений поиска вместо 4 или 8 в аналогичных алгоритмах. Показана

и обоснована методика построения пространственной ГНЛ заданной минимальной кривизны с использованием более простых формул, чем классические формулы Френе. Также показана возможность построения этим методом трассы с заданными поперечными сечениями по длине ГНЛ.

Четвертая глава диссертации посвящена алгоритмической и программной реализации предложенной геометрической модели телесной трассировки. Показано, что усложнение задач, поставленных при модернизации существующих алгоритмов, требует существенного изменения и его информационной структуры. При этом его быстродействие возросло по сравнению с исходными аналогами в 300 раз на простых примерах и в 1200 раз на сложных примерах.

Описана созданная для реализации предложенной геометрической модели и реализующего ее алгоритма компьютерная система на языке С#, позволяющая визуализировать результаты компоновки. Проведено исследование и верификация алгоритма, в частности оценка его точности и производительности. Для этого диссертантом использован метод имитационного моделирования на примерах с заведомо известным результатом. Показано практическое использование предложенного метода на примере модификации компоновки моторного отсека легкого самолета "АСА-2".

В заключении подводятся итоги диссертационного исследования и формулируются выводы по проделанной работе.

Значимость для науки результатов исследования состоит в разработке нового метода геометрического моделирования, позволяющего решать класс практических задач автоматизированной компоновки объектов определенного вида, которые ранее не решались ни одним известным способом. Проведена глубокая модернизация лучших из известных рецепторных алгоритмов проектирования соединительных трасс (алгоритма Дейксты и алгоритма A*), позволившая не только использовать их для решения существенного расширенного круга задач, но и за счет оптимизации их информационной базы существенно повышено их быстродействие.

Рекомендации по использованию результатов диссертации

Считаем целесообразным продолжить исследования по разработке рецепторных алгоритмов автоматизированной компоновки. Считаем, что для повышения эффективности и удобства использования результатов диссертационного исследования необходима разработка пре- и постпроцессора, интегрирующего разработанные диссертантом геометрические модели, алгоритмы и программы с одной из существующих САД-систем. Это связано с тем, что разработанная диссертантом программная оболочка не в полной мере решает вопросы удобства работы с предложенным методом проектирования, но его интеграция в САД-систему очевидно выходит за рамки диссертационного исследования Ньи Ньи Хтуна.

Полученные в данной диссертации результаты целесообразно использовать в практике первоначального проектирования и, особенно, модернизации техниче-

ских устройств с высокой плотностью компоновки, прежде всего транспортной техники в КБ и других проектных организациях.

Замечания по диссертации

1. Скомпонованные объекты, между которыми проектируется соединительная трасса, могут быть описаны параметрически либо примитивами, либо композицией примитивов. Хотя точности такого описания для многих объектов достаточно, в практике проектирования возможны объекты гораздо более сложной геометрической формы.

2. Из диссертации непонятна структура выводимой по результатам проектирования телесной трассы информации о геометрической форме и реальной кривизне трассы.

Впрочем, эти замечания не носят принципиального характера и не влияют на положительную оценку диссертационной работы Ньи Ньи Хтуна.

Заключение

Диссертация Ньи Ньи Хтуна представляет собой законченную научную работу, выполненную на актуальную тему и имеющую практическую ценность. В работе получены новые научные результаты в виде геометрических моделей и реализующих их алгоритмов и программ, проведено их исследование, верификация и внедрение в промышленность и в учебный процесс. Показана высокая эффективность работы предложенных геометрических моделей по сравнению с известными алгоритмами, получившими признание во всем мире.

Диссертация отвечает всем требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемых к кандидатским диссертациям, а диссертант – присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.01.01 – “Инженерная геометрия и компьютерная графика”

Отзыв обсужден и согласован на заседании кафедры начертательной геометрии, инженерной графики и САПР Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета 20 мая 2014 года (протокол № 8).

Доктор педагогических наук, профессор



М.В. Лагунова

Кандидат технических наук, доцент



Т.В. Мошкова

Кандидат технических наук, доцент



В.А. Тюрина