

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.942

Романцов  
Денис Юрьевич

Программные модули для решения задач по теории графов

**АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание академической степени  
магистра технических наук

по специальности 1-40 80 05 – Математическое и программное обеспечение  
вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей

Научный руководитель  
Сечко В.В.  
к.т.н., доцент

Минск 2014

## КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Теория графов используется во многих областях знания, в том числе, в компьютерной науке и практике. За время её существования с 1736 года было разработано немало различных методик, алгоритмов и новых понятий.

Благодаря своему широкому применению, теория о нахождении кратчайших путей в последнее время интенсивно развивается. Нахождение кратчайшего пути – жизненно необходимо и используется практически везде, начиная от нахождения оптимального маршрута между двумя объектами на местности например в системах автопилота, для нахождения оптимального маршрута при перевозках, коммутации информационного пакета в Internet и т.п.

Применяемые алгоритмы легко выполняются при малом количестве вершин в графе. При увеличении их количества задача поиска решения усложняется. Основная проблема используемых алгоритмов, в том, что они имеют большое число повторяющихся и однотипных итераций, а так же развитую терминологию. В связи с этим решать подобные задачи достаточно трудоёмко, поэтому сейчас они вручную не считаются, а практически все автоматизированы с помощью вычислительных машин. Компьютерные средства и информационные технологии повысили возможности такого всеохватывающего метода изучения и создания, как моделирования объектов, явлений и процессов. Компьютерная модель – это размещенная в компьютере совокупность средств, что реализуют концепцию вычисления.

Благодаря развитию информационных технологий создаются методы и средства компьютерного моделирования, способные решать сложные практические задачи, такие как управление большими энергетическими системами, моделирование региональных систем, проектирование самолетов, кораблей, картографические сервисы и т.п. В связи с чем, существует большое количество программ, автоматизирующих данную деятельность.

Однако такие разработки разрознены и не предназначены для повторного использования. Программисту приходится каждый раз писать код заново. Готовых программных библиотек, которые могли бы использоваться для встраивания при разработке других приложений выявлено не было. Единственное несколько похожее средство Coq(франц.) — интерактивное программное средство доказательства теорем.

На основе выше изложенного видна актуальность проблемы повторного использования кода и экономии рабочего времени программистов, особенно в рамках технологии ООП. Поэтому является разумным выполнить разработку встраиваемых программных модулей, которые бы имели основные возможности для работы с моделями графов и при необходимости могли быть расширены.

# ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

## Цель и задачи исследования

*Целью* диссертационной работы является получение встраиваемого ПО для автоматизации решения задач по теории графов. При этом необходимо обеспечить максимальную гибкость для возможности использования всех преимуществ теории графов.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

1. Минимизировать использование функций WinAPI и сторонних библиотек для обеспечения наибольшей совместимости с разными ОС.
2. Разработать архитектуру программных модулей и динамических библиотек с использованием технологии ООП.
3. Реализовать демонстрационное приложение под ОС Windows.
4. Выполнить ряд экспериментов по оптимизации программного кода.

*Объектом* исследования являются задачи теории графов.

*Предметом* исследования является математическое и программное обеспечение компьютерных систем для решения задач теории графов.

Основной *гипотезой*, положенной в основу диссертационной работы, является возможность использования компьютеров общего назначения для автоматизации решения задач теории графов. Основная проблема алгоритмов, которые используются для этого, в том, что они имеют большое число повторяющихся и однотипных итераций, а так же развитую терминологию. В связи с этим они практически все автоматизированы. Однако такие разработки разрознены и не предназначены для повторного использования. Программисту приходится каждый раз писать код заново. Готовых программных библиотек, которые могли бы использоваться для встраивания, выявлено не было.

## **Связь работы с приоритетными направлениями научных исследований и запросами реального сектора экономики**

Работа выполнялась в соответствии научно-техническими заданиями и планами работ кафедры «Программное обеспечение информационных технологий» по теме «Разработать модели, методы, алгоритмы для оценки параметров, повышения надежности и качества функционирования аппаратно-программных средств систем и сетей сложной конфигурации и внедрить в современные обучающие комплексы» (ГБ № 11-2004, № ГР 20111065, научный руководитель НИР – В. В. Бахтизин).

## **Личный вклад соискателя**

Результаты, приведенные в диссертации, получены соискателем лично. Вклад научного руководителя В.В. Сечко, заключается в формулировке целей и задач исследования.

## **Апробация результатов диссертации**

Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на II Международной научно-практической конференции студентов и магистрантов «Молодость. Интеллект. Инициатива.» (Витебск, Беларусь, 2014); II Международной научно-практической конференции СУЗов «Апрельские чтения» (Орша, Беларусь, 2014). Материалы работы приняты на использование преподавателями Оршанского колледжа ВГУ им.П.М.Машерова.

## **Опубликованность результатов диссертации**

По теме диссертации опубликована 1 печатная работа, из них 1 статья в сборниках трудов и материалов международной конференции.

## **Структура и объем диссертации**

Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, пяти глав, заключения, списка использованных источников, списка публикаций автора и приложений. В первой главе представлен анализ предметной области, выявлены основные существующие проблемы, показаны направления их решения. Вторая глава посвящена вопросам выбора, обоснования и оптимизации основных используемых алгоритмов, как из теории графов, так и самих программных модулей. В третьей главе производится проектирование ПО. В четвертой главе предложена практическая реализация ПО. Пятая глава содержит результаты экспериментальных исследований. Общий объем работы составляет 128 страниц, из которых основного текста – 75 страниц, 59 рисунков, 35 таблиц, список использованных источников из 30 наименований на 2 страницах и 3 приложения на 53 страницах.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ

Во введении определена область и указаны основные направления исследования, показана актуальность темы диссертационной работы, дана краткая характеристика исследуемых вопросов, обозначена практическая ценность работы.

В первой главе проведен общий анализ теории графов. Выполнено структурирование терминов по группа и на круговой диаграмме показано их процентное соотношение. Показана необходимость введения нового термина. Далее выполнено обоснование выбранных средств для реализации поставленной цели в виде среды разработки Embarcadero Delphi XE5. Представлены различные варианты разработанных логотипов. Так же приводятся некоторые данные по использованию динамических библиотек и теории плагинов, что находит практическое применение в следующих главах.

Вторая глава содержит описание и выбор алгоритмов для решения поставленных задач. Выбор алгоритмов сортировки и поиска обосновывается путём проведения экспериментов по замеру их производительности. В результате были выбраны интерполяционный поиск и интроспективная сортировка. Для демонстрации возможностей автоматизирования решения задач теории графов выбраны алгоритмы Дейкстры и Флойда – Уоршелла.

Третья глава рассказывает о процессе проектирования самих программных модулей. Вначале рассматриваются функции, которые необходимо заложить в программное средство на диаграммах вариантов использования (прецедентов) UML. Затем они уточняются с помощью диаграмм классов. Параллельно с этим следует описание выбранных решений.

Глава четыре содержит описание реализации программных модулей и вспомогательных средств. Здесь даётся полное описание возможностей разработанных классов, Приводится формат вызова функций с пояснением их назначения и входящих параметров. Рассказывается о проектировании программного интерфейса демонстрационного приложения, использованных компонентах и технологиях. Так же имеется описание структуры используемых файлов, которые необходимы для сохранения результатов работы, а так же плагинов, расширяющих функционал.

Глава пять содержит описания методик использованных в процессе тестирования и обоснования выбора алгоритмов. Приводиться реализация специальной функции на языке assembler для сверхточного замера времени выполнения участка кода с использованием меток реального времени процессора. Тут же отображена одна из таблиц, полученная в ходе экспериментов. Объясняется назначение модуля DUnit и его роль в тестировании.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

### **Основные научные результаты диссертации**

1. Предложена архитектура программных модулей с достаточно гибкими возможностями настройки и расширения функционала за счёт вычислительного ядра, использующего плагины. Создано демонстрационное приложение.

2. Проведено исследование и структурирование терминов теории графов, чтобы выяснить какие данные необходимо хранить и обрабатывать.

3. Исследован и оптимизирован ряд алгоритмов, работающих с массивами. Показано соотношение скорости работы разных алгоритмов и зависимость от объёмов данных.

4. Разработан достаточно обширный глоссарий терминов теории графов, который показал обширность и местами специфичность данной теории.

5. Термины были сгруппированы по отдельным категориям, таким как алгоритмы, инварианты, базовые понятия и прочее. После подсчёта количества определений, оказалось, что наибольшее число имеет группа классификаторов – описывает к какому типу относиться граф.

6. Была выявлена нехватка одного термина в теории графов. В теории путь описывается как маршрут в ориентированном графе, т.е. один термин даётся через другой, хотя по сути они равны по значимости и поэтому не должны определяться друг через друга.

### **Рекомендации по практическому использованию результатов**

1. Разработанные программные модули можно использовать для ускорения разработки других программ, использующих алгоритмы теории графов.

2. Полученные теоретические материалы можно использовать для улучшения курса лекций соответствующих дисциплин.

3. Глоссарий можно использовать как справочный материал.

### **СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**

1. Романцов, Д.Ю. Использование принципа модульности в теории графов / Д.Ю. Романцов // Молодость. Интеллект. Инициатива. Материалы II Международной научно-практической конференции студентов и магистрантов: сб. материалов конференции под ред. И.М.Прищепа и др. Витебск: ВГУ, 2014. – с.151-152.