ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ

БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ –

ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»

НИЖЕГОРОДСКИЙ ФИЛИАЛ

ФАКУЛЬТЕТ БИЗНЕС-ИНФОРМАТИКИ И

ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

**к курсовой работе:**

**«**Визуальное редактирование графов**»**

**Выполнил:** студент группы 10ПМИ2

Савиных А.Л.

**Руководитель:** Логинов О.В.

Нижний Новгород

2013

Оглавление

[Введение 3](#_Toc349566074)

[История 4](#_Toc349566075)

[Аналоги 5](#_Toc349566076)

[Задача 6](#_Toc349566077)

[Требования 6](#_Toc349566078)

[Разработка 7](#_Toc349566079)

[Средства разработки 7](#_Toc349566080)

[Архитектура 7](#_Toc349566081)

[Реализация 9](#_Toc349566082)

[Формат документов 11](#_Toc349566083)

[Эксплуатация 12](#_Toc349566084)

[Добавление вершины 12](#_Toc349566085)

[Редактирование подписи 15](#_Toc349566086)

[Просмотр графа 15](#_Toc349566087)

[Удаление вершины 15](#_Toc349566088)

[Соединение вершин рёбрами 16](#_Toc349566089)

[Удаление рёбер 17](#_Toc349566090)

[Сохранение графа 17](#_Toc349566091)

[Загрузка графа 18](#_Toc349566092)

[Изменение положения вершин в документе 18](#_Toc349566093)

[Установка 18](#_Toc349566094)

[Тестирование 18](#_Toc349566095)

[Функционал, подлежащий тестированию: 18](#_Toc349566096)

[Ссылки 19](#_Toc349566097)

[Подход к тестированию 19](#_Toc349566098)

[Шаблон теста 19](#_Toc349566099)

[Тесты 20](#_Toc349566100)

[Заключение 25](#_Toc349566101)

# Введение

Темой данной курсовой работы является визуальное редактирование графов.

Графы как структуры данных распространены и используются для представления и моделирования различных объектов. Практически любая задача, в которой важны объекты и связи между ними, может быть представлена в виде графа. Вот несколько примеров:

* Идеи, приходящие сотрудникам во время совещания, зарисовываются в виде графов, идеи – вершины графа, связанные по смыслу идеи соединяют линиями – рёбрами графа
* Веб-сайты с различными страницами и ссылками между ними могут быть представлены в виде графов. Страницы – вершины графа, ссылки на другие страницы – рёбра графа.
* Компьютерные сети могут быть представлены в виде графов
* Карты земной поверхности с проложенными по ней линиями коммуникации могут быть представлены в виде графов

Графы воспринимаются проще и эффективнее когда представлены визуально. В то же время, это не единственный способ их представления. Например:

Таблица 1

|  |  |
| --- | --- |
| Визуальное представление | Текстовое представление |
|  | Вершины: 2, 3, 1, 4, 5  Связи: 3 соединено с 1, 1 соединено с 2, 1 соединено с 4, 1 соединено с 5 |

Для более эффективной и удобной с точки зрения программиста обработки графы как структуры данных хранятся часто в виде наборов вершин и связей между ними, имеющем много общего с тем, как представлено в колонке «текстовое представление» в таблице Таблица 1 выше. В тех случаях, когда, например, человеку необходимо ввести подготовить исходные данные в виде являющиеся графом для последующей обработки программой или же просто для хранения в цифровом виде, требуется визуальное представление графа и его последующее преобразование в пригодный для программной обработки формат.

Программа, разработанная в рамках курсовой работы, позволяет более эффективно и удобно хранить графы в виде файлов, а так же изменять их в дальнейшем и обрабатывать с помощью иных программ.

# История

Родоначальником теории графов считается Леонард Эйлер. В 1736 году в одном из своих писем он формулирует и предлагает решение задачи о семи кёнигсбергских мостах, ставшей впоследствии одной из классических задач теории графов. Интерес к проблемам теории графов возродился около середины прошлого столетия. Естественные науки оказали свое влияние на это благодаря исследованиям электрических цепей, моделей кристаллов и структур молекул. Развитие формальной логики привело к изучению бинарных отношений в форме графов. Большое число популярных головоломок подавалось формулировкам непосредственно в терминах графов, и это приводило к пониманию, что многие задачи такого рода содержат некоторое математическое ядро, важность которого выходит за рамки конкретного вопроса.

# Аналоги

Существует множество программ выполняющих аналогичные задачи. Вот описание одной из них в качестве примера: приложение XMind имеет платную и бесплатную версии, предоставляет возможности для визуального редактирования графов. На рисунке Рисунок 1 показана схема-граф, созданная с помощью приложения XMind.

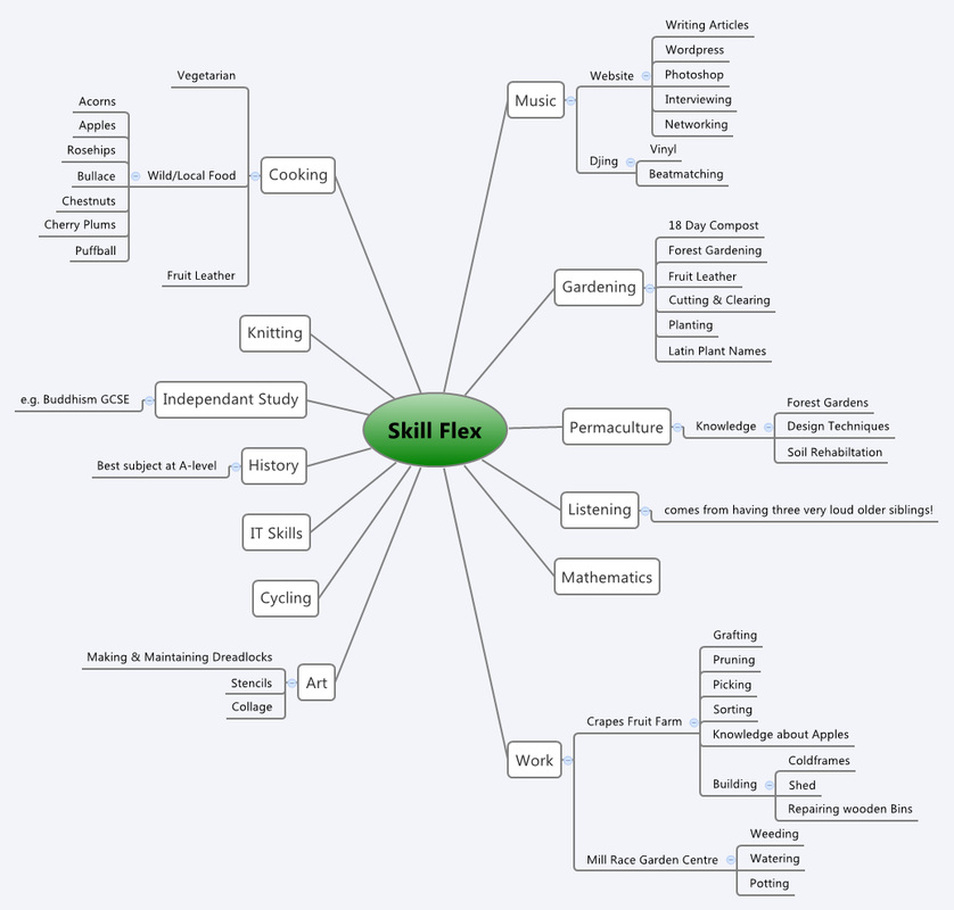


Рисунок 1

XMind может подбирать позиции узлов таким образом, чтобы они выглядели естественно. Так, если пользователь явно не указывает расположение дочерних узлов, они располагаются по кругу возле центрального узла в случае узлов, непосредственно связанных с центральным узлом («Skell Flex» на рисунке Рисунок 1) либо на свободном от других узлов и связей месте в случае более удалённых от центрального узла узлов. XMind сохраняет документы в формате XML, так что они могут быть использованы другими приложениями. При создании документа в XMind возможно изменять цвет, размер и начертание шрифтов подписей узлов, добавлять изображения к узлам, изменять положение узлов, изменять фигуры обрамляющие узлы, добавлять дополнительный текст к узлам, а также цвет и формат прочих элементов.

# Задача

В ходе подготовки к курсовой работе была сформулирована следующая задача: создать приложение для визуального редактирования графов, обладающее некоторыми особенностями. Одной из особенностей должна быть возможность сохранения графов в формат, пригодный для использования другими приложениями.

# Требования

Все требования разделены на две группы: обязательные требования, отмеченные в данном документе закрашенными кружками, и необязательные требования, отмеченные в данном документе незакрашенными кружками.

|  |  |
| --- | --- |
| Приоритет и название требования | Номер требования |
| * Возможность добавления новых узлов в редактируемый граф | 1 |
| * Возможность присоединения подписей к узлам графа | 2 |
| * Возможность редактирования подписи к определённому узлу графа | 3 |
| * Возможность просмотра графов с помощью приложения | 4 |
| * Возможность просмотра графа по частям, прокручивая документ, в случае если граф имеет большую площадь | 5 |
| * Возможность удаления существующих узлов из редактируемого графа | 6 |
| * Возможность соединения узлов связями | 7 |
| * Возможность удаления связей между узлами | 8 |
| * Возможность сохранения редактируемого графа в файл | 9 |
| * Возможность загрузки графа из файла, в который он ранее был сохранён тем же приложением | 10 |
| * Возможность изменения положения узлов в документе | 11 |
| * Возможность работы с несколькими графами одновременно так, чтобы открытые графы были представлены в интерфейсе пользователя вкладками | 12 |
| * Возможность присоединения меток к узлам графа | 13 |
| * Возможность управления приложением с помощью жестов | 14 |

Таблица 1

# Разработка

## Средства разработки

Для написания приложения была выбрана среда разработки Visual Studio Express 2012 для Windows, язык программирования C#. Упомянутая среда разработки является бесплатной для некоммерческого использования. Для работы с отладочными сообщениями использована библиотека NLog. Для хранения исходного кода проекта и документации выбрана система контроля версий Git. Для работы с системой контроля версий использовано приложение SmartGit, представляющее собой графический интерфейс для Git и некоторых других систем контроля версий. Исходный код проекта хранится также на сайте GitHub, предоставляющем возможность хранить репозитории Git с исходным кодом онлайн. Благодаря этому в случае отказа жёсткого диска компьютера, на котором разрабатывался проект, можно было бы скачать репозиторий с сайта GitHub и продолжить работу. Также использованы различные средства и библиотеки, входящие в состав Visual Studio 2012: Windows Presentation Foundation для разработки пользовательского интерфейса, система управления пакетами NuGet, средства для работы с XML и прочее.

## Архитектура

Так как проект разрабатывался на языке программирования C#, использован объектно-ориентированный подход, основными строительными блоками проекта являются классы. Для удобства все классы разбиты на несколько категорий. Ниже слово проект используется в смысле проекта VisualStudio как объединения классов, слово решение используется в смысле решения VisualStudio как объединения нескольких проектов.

На рисунке «Рисунок 2: Структура решения» представлена структура решения.

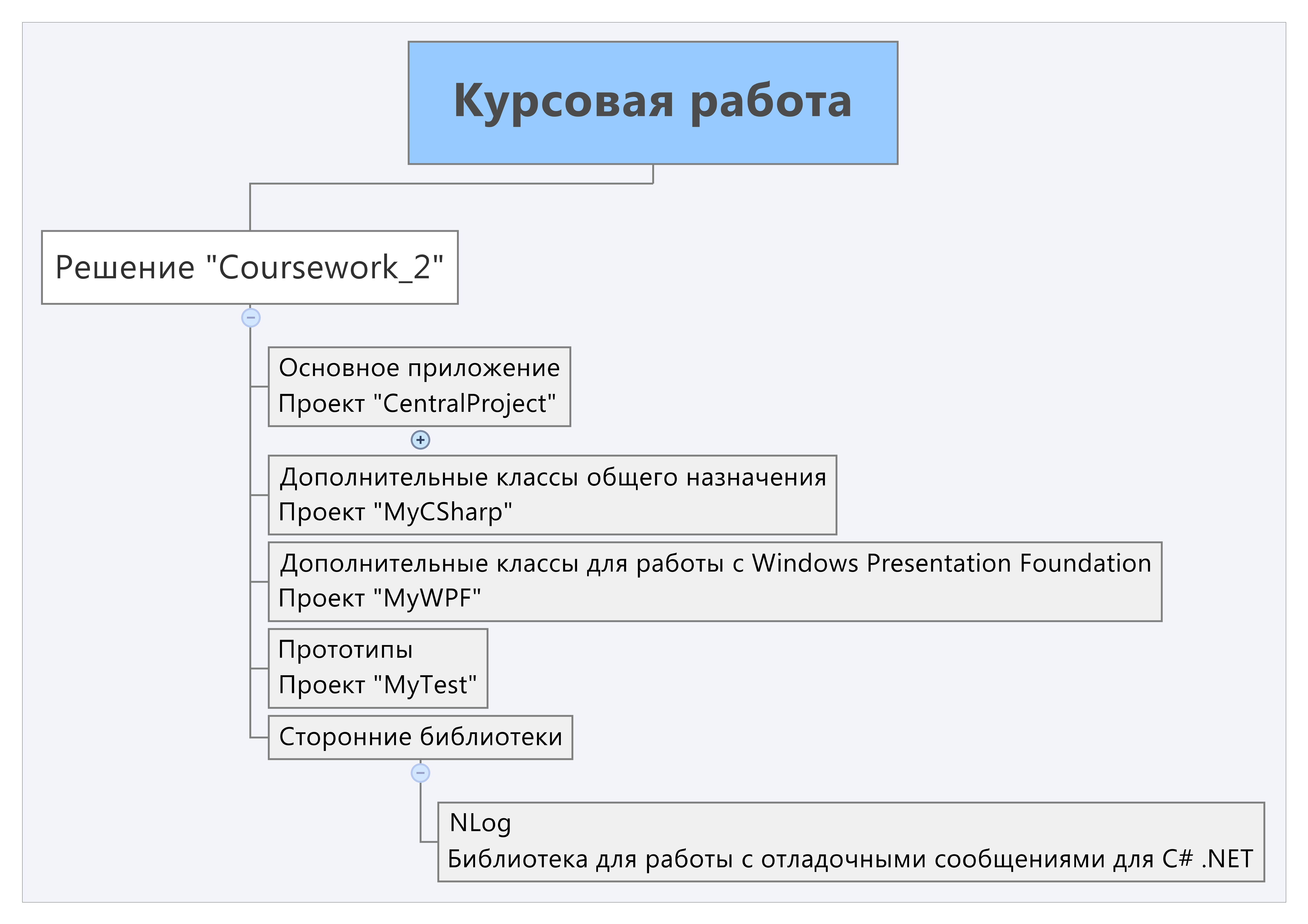


Рисунок 2: Структура решения

В проекте «CentralProject» собраны классы, непосредственно относящиеся по смыслу к приложению для визуального редактирования графов. Все классы в основном проекте тесно связаны между собой и не обладают большой самостоятельностью. В остальных проектах содержатся различные вспомогательные классы. В приложении явно не создаются никакие дополнительные потоки, большую роль играет Windows Presentation Foundation, который и определил архитектуру приложения, код приложения привязан к событиям Windows Presentation Foundation и выполняется полностью в том же потоке, что и обработчик этих событий, отвечающий за пользовательский интерфейс.

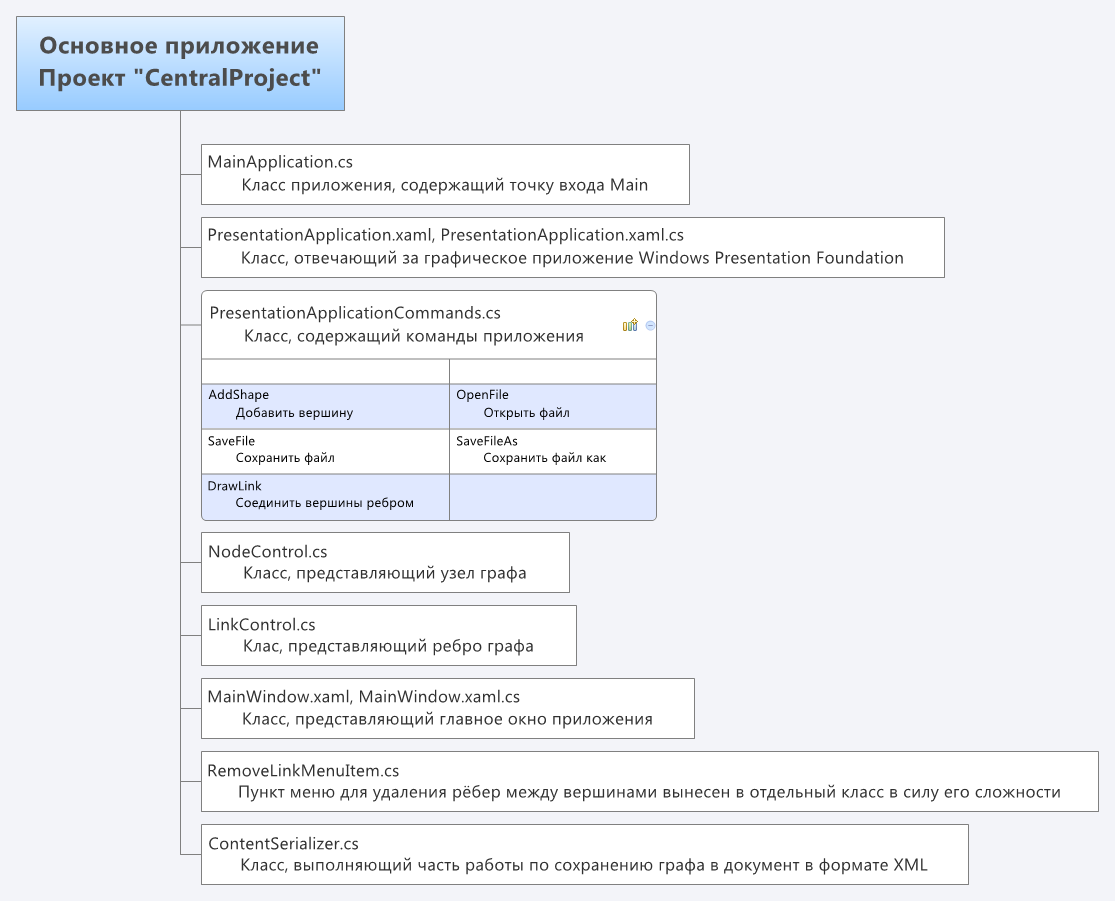


Рисунок 3: CentralProject

Некоторые классы определены как с помощью исходного кода на языке C# в файлах с расширением .cs, так и с помощью исходного кода на языке XAML в файлах с расширением .xaml, которые используются главным образом при разработке приложений Windows Presentation Foundation для определения пользовательского интерфейса.

## Реализация

Условно приложение можно разбить на две основных подсистемы:

* Визуальное редактирование
* Сохранение и загрузка в формате XML

В то же время, некоторые классы выполняют функции из обеих областей. Например, классы NodeControl и LinkControl относятся в первую очередь к системе визуального редактирования, однако, содержат функции для сохранения своих атрибутов в элемент XML. В то же время, они не способны сохранить граф в файл, так как являются его частью. За присвоение уникальных идентификаторов вершинам и рёбрам, а также за сохранение и восстановление графа как целого отвечает класс ContentSerializer.

В самом начале своей работы программа передаёт управление приложению Windows Presentation Foundation:

var presentation = new PresentationApplication();

presentation.Run();

Метод Run вызывает обработку событий пользовательского интерфейса и работает, пока главное приложения окно не будет закрыто. Затем графическое приложение будет уничтожено.

В файле PresentationApplication.xaml указан класс главного окна приложения:

<Application x:Class="Coursework\_2.PresentationApplication"

… … …

**StartupUri="MainWindow.xaml"**

>

На снимке экрана «Рисунок 4: Окно приложения» представлено главное окно приложения с открытым документом.

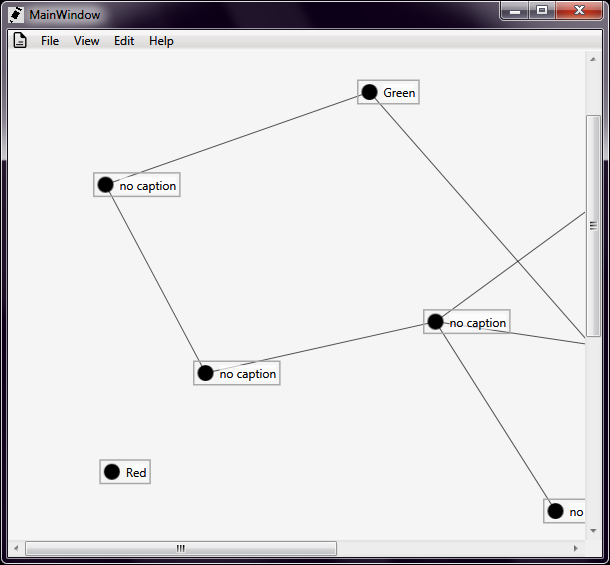


Рисунок 4: Окно приложения

В файле разметки MainWindow.xaml определены пункты главного меню, пиктограммы для них, а также область документа.

Ниже представлен фрагмент кода из файла MainWindow.xaml:

<MenuItem Header="File" Icon="{StaticResource Image\_File}">

<MenuItem

Header="Open file..."

x:Name="OpenFileMenuItem"

Icon="{StaticResource Image\_OpenFile}"

/>

<MenuItem

Header="Save file"

x:Name="SaveFileMenuItem"

Icon="{StaticResource Image\_SaveFile}"

/>

… … …

Ниже представлен фрагмент кода, привязывающий команды и их обработчики к пунктам главного меню окна приложения.

protected void BindCommands()

{

BindCommand(OpenFileMenuItem, Commands.OpenFile, UserOpenFile);

BindCommand(SaveFileMenuItem, Commands.SaveFile, UserSaveFile);

BindCommand(SaveAsFileMenuItem, Commands.SaveAsFile, UserSaveAsFile);

BindCommand(AddItemMenuItem, Commands.AddShape, UserAddItem);

BindCommand(AddLinkMenuItem, Commands.DrawLink, UserAddLink);

}

protected void BindCommand(MenuItem item, RoutedUICommand command,

ExecutedRoutedEventHandler handler)

{

CommandManager.RegisterClassCommandBinding(

this.GetType(),

new CommandBinding(command, handler)

);

item.Command = command;

}

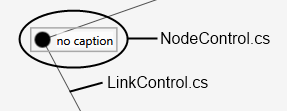


Рисунок 5

На рисунке «Рисунок 5» показано, каким видимым элементам управления в пользовательском интерфейсе соответствуют классы NodeControl и LinkControl.

## Формат документов

Ниже представлен фрагмент документа в формате XML, полученного с помощью программы визуального редактирования графов.

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>

<content>

<NodeControl Text="no caption" Left="629" Top="731" id="1" />

<NodeControl Text="no caption" Left="374" Top="617" id="2" />

<NodeControl Text="no caption" Left="703" Top="536" id="3" />

<NodeControl Text="no caption" Left="535" Top="551" id="4" />

<NodeControl Text="no caption" Left="140" Top="737" id="5" />

<NodeControl Text="Some Other Node" Left="185" Top="413" id="6" />

<NodeControl Text="no caption" Left="875" Top="430" id="7" />

<NodeControl Text="no caption" Left="415" Top="361.60526315789468" id="8" />

<NodeControl Text="SomeNode" Left="85" Top="224.60526315789471" id="9" />

<NodeControl Text="no caption" Left="677" Top="169.60526315789471" id="10" />

<NodeControl Text="Green" Left="349" Top="132" id="11" />

<NodeControl Text="Red" Left="91.331466965285514" Top="511.6973684210526" id="12" />

<LinkControl Node1="11" Node2="9" id="13" />

<LinkControl Node1="11" Node2="3" id="14" />

<LinkControl Node1="10" Node2="8" id="15" />

<LinkControl Node1="8" Node2="6" id="16" />

<LinkControl Node1="9" Node2="6" id="17" />

<LinkControl Node1="8" Node2="4" id="18" />

<LinkControl Node1="7" Node2="8" id="19" />

<LinkControl Node1="2" Node2="5" id="20" />

</content>

Содержимое документа заключено в корневом элементе XML-документа “content”. В нём содержатся элементы “NodeControl”, соответствующие вершинам графа, и элементы “LinkControl”, соответствующие рёбрам графа. Каждый элемент “NodeControl” содержит следующие атрибуты:

* “Text”: подпись вершины
* “Left”, “Top”: расстояния от левой и верхней границ документа, выраженные в единицах измерения расстояний Windows Presentation Foundation, соответствующих одному пикселю на экране с разрешением 96 пикселей на дюйм.
* “id”: уникальный в рамках одного документа номер элемента

Каждый элемент LinkConrol соответствует ребру графа и содержит следующие атрибуты:

* “Node1” и “Node2”: уникальные номера вершин, связываемых данным ребром и содержащиеся в их атрибутах “id”.
* “id”: уникальный в рамках одного документа номер элемента

Таким образом, из документа, генерируемого приложением визуального редактирования графов можно полностью восстановить структуру графа и, при необходимости, его внешний вид при редактировании.

В процессе реализации приложения были удовлетворены все обязательные требования, описанные выше в секции «Требования», но не было удовлетворено ни одно из необязательных требований.

# Эксплуатация

Ниже приведены инструкции для выполнения различных действий в приложении в том порядке, в котором приведены соответствующие этим действиям требования.

## Добавление вершины

* Выбрать пункт меню Edit → C:\Users\hinst\Docs\Pro\Coursework_2\CentralProject\Images\NewItemBlack16.png Add Item, как показано на рисунке «Рисунок 6»

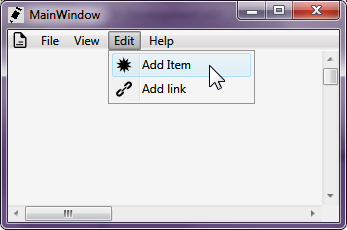


Рисунок 6

При этом если навести мышь на область документа, указатель изменится, как показано на рисунке «Рисунок 7».

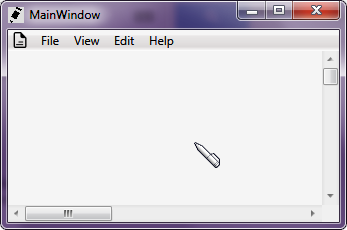


Рисунок 7

* Нажать левой кнопкой мыши в той области документа, в которой необходима новая вершина графа. При этом появится окно, в котором будет предложено ввести имя для вершины, как показано на рисунке «Рисунок 8»
* Для отмены добавления вершины на этом шаге следует нажать правой кнопкой мыши в тот момент, когда указатель принял форму авторучки. При этом указатель примет первоначальную форму.

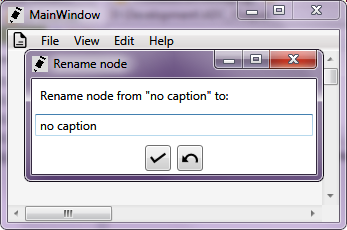


Рисунок 8

* Ввести имя вершины и нажать кнопку C:\Users\hinst\Docs\Pro\MyCSharp\MyWPF\Images\SubmitBlack16.png для подтверждения, как показано на рисунке «Рисунок 9», либо кнопку C:\Users\hinst\Docs\Pro\MyCSharp\MyWPF\Images\UndoBlack16.png для отмены.

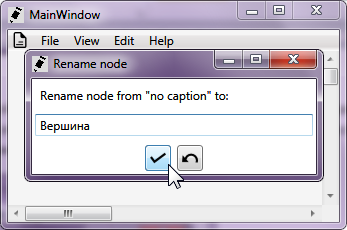


Рисунок 9

* В случае подтверждения в документе появляется новая вершина, как показано на рисунке «Рисунок 10».

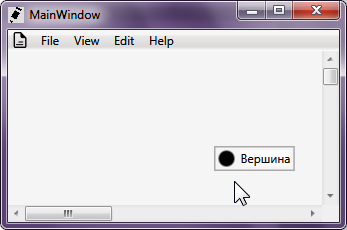


Рисунок 10

## Редактирование подписи

* Для того чтобы отредактировать подпись вершины графа, следует вызвать её контекстное меню путём нажатия левой кнопкой мыши по пиктограмме вершины графа C:\Users\hinst\Docs\Pro\Coursework_2\CentralProject\Images\BulletShapeBlack16.png и выбрать пункт меню Rename item, как показано на рисунке «Рисунок 11».

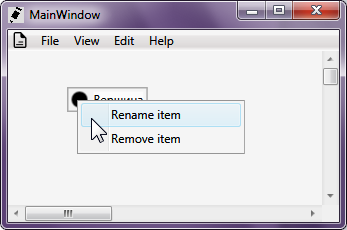


Рисунок 11

* При этом отобразится окно, в котором можно изменить имя вершины и затем подтвердить изменение [C:\Users\hinst\Docs\Pro\MyCSharp\MyWPF\Images\SubmitBlack16.png] либо отменить изменение [C:\Users\hinst\Docs\Pro\MyCSharp\MyWPF\Images\UndoBlack16.png], при этом в последнем случае, что бы ни находилось в поле ввода для подписи вершины в окне редактирования имени вершины, окно редактирования подписи вершины скроется, и подпись вершины останется прежней.

## Просмотр графа

* Чтобы просматривать различные части документа с графом, следует воспользоваться полосами прокрутки

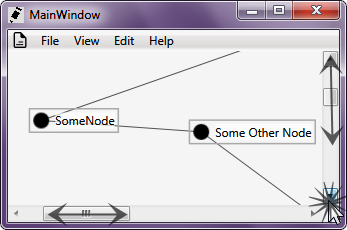


Рисунок 12

## Удаление вершины

* Удалить вершину можно с помощью пункта “Remove item” контекстного меню вершины, как показано на рисунке «Рисунок 13».

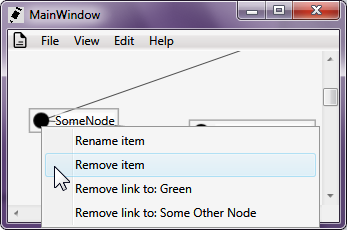


Рисунок 13

## Соединение вершин рёбрами

* Выбрать в главном меню пункт Edit → C:\Users\hinst\Docs\Pro\Coursework_2\CentralProject\Images\LinkBlack16.png Add link (Рисунок 14).

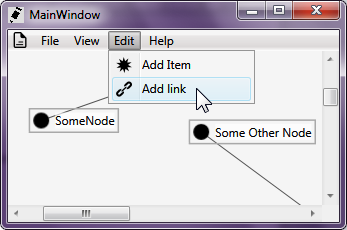


Рисунок 14

* Последовательно щёлкнуть мышью пиктограммы вершин графа, которые следует соединить C:\Users\hinst\Docs\Pro\Coursework_2\CentralProject\Images\BulletShapeBlack16.png.
* Отменить операцию можно нажатием правой кнопки мыши.

## Удаление рёбер

* Чтобы удалить ребро следует вызвать контекстное меню одной из вершин, лежащей на этом ребре и выбрать пункт меню “Remove link to:”, в котором указана подпись противоположенной вершины, связь с которой следует удалить.

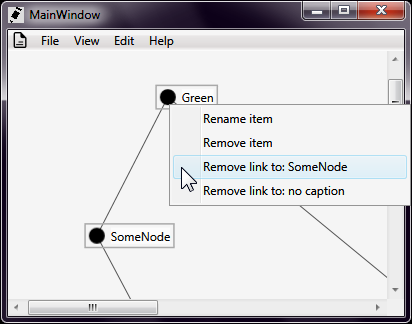


Рисунок 15

## Сохранение графа

* Для того чтобы сохранить граф в файл, следует выбрать пункт меню File → C:\Users\hinst\Docs\Pro\Coursework_2\CentralProject\Images\SaveFileBlack16.png Save file («Рисунок 17»)

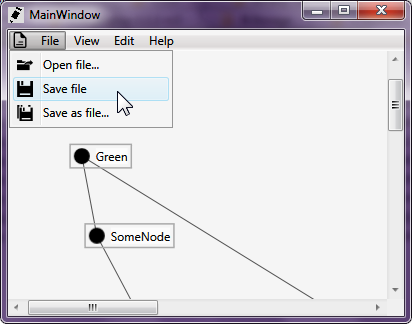


Рисунок 16

* После этого отобразится диалог сохранения файла, в котором следует указать имя и расположение сохраняемого документа
* Если имя файла было указано, и документ был сохранён, то при последующих нажатиях диалог выбора имени файла больше не будет отображаться, и выбранный ранее файл будет записан заново, при этом будет сохранено текущее содержимое документа. Чтобы сохранить содержимое под другим именем, следует использовать пункт меню Edit → C:\Users\hinst\Docs\Pro\Coursework_2\CentralProject\Images\SaveAsFileBlack16.png Save File As…

## Загрузка графа

* Чтобы открыть ранее сохранённый граф, следует выбрать пункт меню File → C:\Users\hinst\Docs\Pro\Coursework_2\CentralProject\Images\OpenFileBlack16.png Open File…
* В появившемся диалоге открытия файла следует выбрать файл, в который был ранее сохранён граф.

## Изменение положения вершин в документе

* Для того чтобы изменить положение вершины в документе следует перетащить её, удерживая левую кнопку мыши (Рисунок 16).

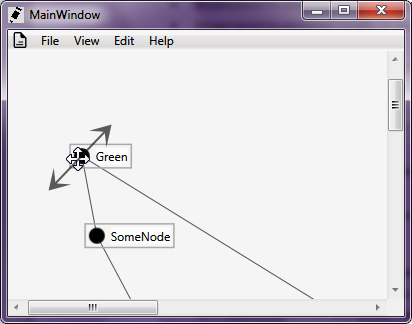


Рисунок 17

## Установка

Для работы приложения требуются исполняемые и другие файлы, получаемые в процессе её сборки, то есть, все файлы в каталоге вывода Visual Studio: “Coursework\_2\CentralProject\bin\Debug” либо “Coursework\_2\CentralProject\bin\Release”. Копируя их можно переносить приложение на различные компьютеры. Для запуска приложение следует использовать исполняемый файл CentralProject.exe. Для работы программы необходима среда выполнения .NET framework 4.0.

# Тестирование

## Функционал, подлежащий тестированию:

См. таблицу «Таблица 1», все обязательные требования.

* Добавление новых узлов в редактируемый граф
* Присоединение подписей к узлам графа
* Редактирования подписи к определённому узлу графа
* Просмотр графов с помощью приложения
* Просмотр графа по частям, прокручивая документ, в случае если граф имеет большую площадь
* Удаление существующих узлов из редактируемого графа
* Соединение узлов связями
* Удаление связей между узлами
* Сохранения редактируемого графа в файл
* Загрузка графа из файла
* Перемещение узлов

## Ссылки

Действия, необходимые для использования того или иного функционала, описаны в разделе «Эксплуатация», поэтому в тестах вместо того, чтобы подробно описывать действия, будут лишь кратко названы соответствующие функции. Например, «добавить вершину» вместо «Выбрать пункт меню Edit → Add Item, в появившемся окне ввести имя…»

## Подход к тестированию

Основная задача тестирования – выявить как можно больше критических ошибок, возникающих при использовании базового функционала. В первую очередь следует проверять стандартные тесты. В то же время, следует понизить приоритет нестандартных тестов, таких как, например, попытка загрузить в приложение веб-страницы вместо XML-документов, сгенерированных приложением и соответствующих его формату.

## Шаблон теста

|  |  |
| --- | --- |
| Номер | В десятичной системе счисления |
| Название |  |
| Приоритет | Низкий, высокий |
| Тип | Позитивный, негативный |
| *Окружение* | Указывать если необходимо |
| Система | Должна быть указана одна из двух основных систем приложения визуальное редактирование либо XML |
| Номер требования | Указывать если тест относится к конкретному требованию |
| *Цель* | Указывать если необходимо, иначе целью является проверка требования, если указан номер требования, либо корректности работы подсистемы, если указана подсистема |
| Начальные условия |  |
| Действия |  |
| Ожидаемый результат |  |
| *Конечное состояние* |  |

Замечание к полю «конечное состояние»: если не указано, то подразумевается «приложение остаётся в работоспособном состоянии», то есть, возможно приступить к любому следующему тесту, не запуская приложение заново. Если же приложение не сохраняет работоспособность, то есть, «падает», или перестаёт отвечать, тест считается частично проваленным даже если все предыдущие действия выполнены успешно и ожидаемый результат достигнут. Такие случаи следует отмечать отдельно, например, «тест завершился успешно, сразу после чего произошла критическая ошибка».

## Тесты

|  |  |
| --- | --- |
| Тест | |
| Номер | **1** |
| Название | Добавление вершины |
| Приоритет | Высокий |
| Тип | Позитивный |
| *Окружение* |  |
| Система | Визуальное редактирование |
| Номер требования | 1, 2 |
| *Цель* |  |
| Начальные условия | Приложение запущено |
| Действия | Добавить несколько вершин с произвольными подписями в различные области документа. Провести хотя бы одну проверку с заданием пустой подписи вершины, хотя бы одну проверку с заданием подписи по умолчанию (не изменяя подпись) и хотя бы одну проверку с непустой подписью, отличной от подписи по умолчанию. |
| Ожидаемый результат | Вершины появляются в той области документа, в которой было совершено нажатие. Рядом с пиктограммой вершины отображается та подпись, которая была указано. |
| *Конечное состояние* |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Тест | |
| Номер | **2** |
| Название | Отмена добавления вершины |
| Приоритет | Высокий |
| Тип | Позитивный |
| *Окружение* |  |
| Система | Визуальное редактирование |
| Номер требования | 1 |
| *Цель* |  |
| Начальные условия | Приложение запущено |
| Действия | Начать добавление вершины выбором соответствующего пункта меню. Отменить. Повторить несколько раз. Попробовать изменить содержимое поля ввода для имени вершины. Провести хотя бы одну проверку без изменения содержимого этого поля ввода и хотя бы одну проверку с изменением содержимого поля ввода. Провести проверку, когда в документе уже присутствуют несколько вершин и рёбер. |
| Ожидаемый результат | Новые вершины не появляются во всех случаях |
| *Конечное состояние* |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Тест | |
| Номер | **3** |
| Название | Редактирование подписи вершины |
| Приоритет | Высокий |
| Тип | Позитивный |
| *Окружение* |  |
| Система | Визуальное редактирование |
| Номер требования | 3 |
| *Цель* |  |
| Начальные условия | В документе имеются вершины |
| Действия | Переименовать любую вершину. Проверить возможность задания пустой подписи. Проверить возможность отмены переименования. |
| Ожидаемый результат | Подпись переименованной вершины изменяется на заданную. Проверить, что после появления окна переименования вершины в поле ввода для подписи вершины содержится её текущая подпись. В случае задания пустого имени: после переименования пиктограмма и рамка вершины отображаются, текст подписи не виден. В случае отмены операции переименования текст подписи вершины остаётся прежним не зависимо от содержимого поля ввода имени вершины. |
| *Конечное состояние* |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Тест | |
| Номер | **4** |
| Название | Просмотр документа |
| Приоритет | Высокий |
| Тип | Позитивный |
| *Окружение* |  |
| Система | Визуальное редактирование |
| Номер требования | 4, 5 |
| *Цель* |  |
| Начальные условия | В программе открыт документ с не менее 10 вершинами и связями |
| Действия | В случае если все вершины видны одновременно, перетащить хотя бы одну вершину за край видимой области документа. Прокручивать область просмотра документа с помощью полос прокрутки. |
| Ожидаемый результат | Вершины и связи между ними отображаются корректно. При прокрутке граф сохраняет свою структуру. Вершины и связи не изменяют своих позиций относительно друг друга и краёв документа во время прокрутки. |
| *Конечное состояние* |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Тест | |
| Номер | **5** |
| Название | Удаление вершин |
| Приоритет | Высокий |
| Тип | Позитивный |
| *Окружение* |  |
| Система | Визуальное редактирование |
| Номер требования | 6 |
| *Цель* |  |
| Начальные условия | В открытом документе присутствует хотя бы одна вершина |
| Действия | Удалить любую вершину. Проверить в нескольких вариантах: когда в документе присутствуют другие вершины и связи, когда в документе остаётся только одна вершина, когда с вершиной связано одно или несколько рёбер, когда вершина не связана с другими вершинами ни одним ребром. |
| Ожидаемый результат | Удаляемые вершины исчезают, рёбра, соединённые с удаляемыми вершинами, исчезают, все остальные элементы документа остаются. |
| *Конечное состояние* |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Тест | |
| Номер | **6** |
| Название | Добавление ребра |
| Приоритет | Высокий |
| Тип | Позитивный |
| *Окружение* |  |
| Система | Визуальное редактирование |
| Номер требования | 7 |
| *Цель* |  |
| Начальные условия | В открытом документе присутствуют хотя бы две вершины |
| Действия | Соединить две вершины ребром |
| Ожидаемый результат | Между выбранными вершинами появляется ребро, остальные элементы документа остаются неизменными |
| *Конечное состояние* |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Тест | |
| Номер | **7** |
| Название | Отмена добавления ребра |
| Приоритет | Высокий |
| Тип | Позитивный |
| *Окружение* |  |
| Система | Визуальное редактирование |
| Номер требования | 7 |
| *Цель* |  |
| Начальные условия | В открытом документе присутствуют хотя бы две вершины |
| Действия | Во время добавления ребра выбрать одну из вершин, после чего отменить добавление ребра нажатием правой кнопки мыши |
| Ожидаемый результат | Между вершинами не появляется ребро, остальные элементы документа остаются неизменными |
| *Конечное состояние* |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Тест | |
| Номер | **8** |
| Название | Удаление ребра |
| Приоритет | Высокий |
| Тип | Позитивный |
| *Окружение* |  |
| Система | Визуальное редактирование |
| Номер требования | 8 |
| *Цель* |  |
| Начальные условия | В открытом документе присутствуют хотя бы две вершины, соединённые ребром |
| Действия | Удалить ребро между двумя вершинами через контекстное меню одной из вершин |
| Ожидаемый результат | Между выбранными вершинами исчезает ребро, остальные элементы документа остаются неизменными |
| *Конечное состояние* |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Тест | |
| Номер | 9 |
| Название | Сохранение и ручная проверка результирующего документа |
| Приоритет | Высокий |
| Тип | Позитивный |
| *Окружение* |  |
| Система | XML |
| Номер требования | 9, 10 |
| *Цель* |  |
| Начальные условия | В документе присутствуют вершины и рёбра в количестве до 10 |
| Действия | Сохранить документ в файл. Открыть файл с помощью текстового редактора. |
| Ожидаемый результат | Содержимое соответствует формату, описанному в разделе «Формат документов» |
| *Конечное состояние* |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Тест | |
| Номер | 10 |
| Название | Загрузка документа с перезапуском приложения |
| Приоритет | Высокий |
| Тип | Позитивный |
| *Окружение* |  |
| Система | XML |
| Номер требования | 9, 10 |
| *Цель* |  |
| Начальные условия | В документе присутствуют вершины и рёбра в количестве от 10 |
| Действия | Сохранить документ в файл. Закрыть приложение. Открыть приложение. Открыть ранее сохранённый документ. |
| Ожидаемый результат | После открытия документ полностью восстанавливает тот вид, который он имел перед сохранением |
| *Конечное состояние* |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Тест | |
| Номер | 11 |
| Название | Загрузка документа без перезапуска приложения |
| Приоритет | Высокий |
| Тип | Позитивный |
| *Окружение* |  |
| Система | XML |
| Номер требования | 9, 10 |
| *Цель* |  |
| Начальные условия | Приложение запущено, имеются различные файлы с документами, сохранённые ранее в количестве не менее трёх |
| Действия | Последовательно открыть не менее трёх различных файлов с документами |
| Ожидаемый результат | После открытия документы восстанавливают вид, который они имели перед сохранением. Если открыть документ, в то время как один из документов уже был открыт ранее, то содержимое открываемого документа полностью замещает содержимое старого документа; содержимое старого документа больше не видно. |
| *Конечное состояние* |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Тест | |
| Номер | 12 |
| Название | Загрузка документа без перезапуска приложения |
| Приоритет | Высокий |
| Тип | Позитивный |
| *Окружение* |  |
| Система | XML |
| Номер требования | 9, 10 |
| *Цель* |  |
| Начальные условия | Приложение запущено, имеются различные файлы с документами, сохранённые ранее в количестве не менее трёх |
| Действия | Последовательно открыть не менее трёх различных файлов с документами |
| Ожидаемый результат | После открытия документы восстанавливают вид, который они имели перед сохранением. Если открыть документ, в то время как один из документов уже был открыт ранее, то содержимое открываемого документа полностью замещает содержимое старого документа; содержимое старого документа больше не видно. |
| *Конечное состояние* |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Тест | |
| Номер | 13 |
| Название | Перетаскивание вершин |
| Приоритет | Высокий |
| Тип | Позитивный |
| *Окружение* |  |
| Система | XML |
| Номер требования | 9, 10 |
| *Цель* |  |
| Начальные условия | В документе имеется несколько вершин |
| Действия | Перетащить вершину из одной точки в другую |
| Ожидаемый результат | Вершина меняет позицию вместе с указателем мыши, пока левая кнопка мыши не будет отпущена. Таким образом, можно задать любое расположение вершины в видимой области документа. После того, как левая кнопка мыши отпущена, вершина остаётся на месте. |
| *Конечное состояние* |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Тест | |
| Номер | 14 |
| Название | Дополнительный тест на перетаскивание вершин |
| Приоритет | Низкий |
| Тип | Позитивный |
| *Окружение* |  |
| Система | XML |
| Номер требования | 9, 10 |
| *Цель* |  |
| Начальные условия | В документе имеется несколько вершин |
| Действия | Перетащить вершину из одной точки в другую, при этом провести перетаскиваемой вершиной по другим вершинам |
| Ожидаемый результат | Вершина меняет позицию вместе с указателем мыши, пока левая кнопка мыши не будет отпущена. Когда указатель мыши оказывается над маркерами других вершин, другие вершины не захватываются, а остаются на месте |
| *Конечное состояние* |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Результаты тестирования финальной версии приложения | |
| Номер теста | Результат |
| 1 | + |
| 2 | + |
| 3 | + |
| 4 | + |
| 5 | + |
| 6 | + |
| 7 | + |
| 8 | + |
| 9 | + |
| 10 | + |
| 11 | + |
| 12 | + |
| 13 | + |
| 14 | + |

# Заключение

В рамках курсовой работы было создано приложение, отвечающее изначально поставленным требованиям. Тем не менее, некоторые изначально задуманные функции не были реализованы.