

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

УДК _____

Вольфовский Роман Борисович

Алгоритмы обеспечения качества в сетях телекоммуникаций

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук
по специальности 1-39 81 03 Информационные радиотехнологии

Научный руководитель
Листопад Николай Измайлович
Доктор технических наук,
профессор

Минск 2018

ВВЕДЕНИЕ

Основная задача мультисервисных сетей заключается в обеспечении работы разнородных информационных и телекоммуникационных систем и приложений в единой транспортной среде, когда для передачи обычного трафика (данных) и трафика другой информации (речи, видео и др.) используется единая инфраструктура.

Интеграция трафика разнородных данных и речи позволяет добиться качественного повышения эффективности информационной поддержки управления предприятием, при этом использование интегрированной транспортной среды позволяет снизить издержки на создание и эксплуатацию сети.

Базовыми понятиями мультисервисных сетей являются *QoS (Quality Of Service)* – качество обслуживания; *SLA (Service Level Agreement)* - соглашение об уровне (качестве) предоставления услуг сети. Переход к новым мультисервисным технологиям изменяет саму концепцию предоставления услуг, когда качество гарантируется не только на уровне договорных соглашений с поставщиком услуг и требований соблюдения стандартов, но и на уровне технологий и операторских сетей.

Объект исследования – сети телекоммуникаций.

Предмет исследования – модели многокритериальной маршрутизации информационных потоков в телекоммуникационных сетях.

Цель работы – разработка модели и алгоритмов **обеспечения качества** в сетях телекоммуникаций с учетом требований заданного качества обслуживания (QoS).

Для достижения цели были определены следующие задачи:

- Провести анализ и объединить данные научной и технической литературы, посвященной разработке алгоритмов поиска пути;
- сравнить вычислительные параметры различных алгоритмов поиска оптимального пути (Флойда–Уоршелла, Дейкстры, Габова, Карпа и др.);
- определить преимущества алгоритма Беллмана–Форда и других при разработке модифицированного алгоритма и программы широкого пользования;
- предложить новый метод оптимальной маршрутизации информационных потоков, который базируется на сервис-ориентированной архитектуре;
- разработать модифицированный алгоритм Беллмана–Форда для поиска оптимального пути, который учитывает требования заданного качества обслуживания;

- разработать программное обеспечение, позволяющее по заданным заранее параметрам сети (иными словами топологии сети) и учитывающим требования качества обслуживания, (такие как полоса пропускания, различные задержки, вероятности потери пакетов и другие) определить, применяя заданный алгоритм, оптимальный путь передачи информационных потоков.

Положения, выносимые на защиту.

1. Модифицированный алгоритм Беллмана–Форда для поиска оптимального пути передачи информации, отличающийся тем, что в процессе самого поиска обрабатываются все пути, которые удовлетворяют заданным требованиям качества обслуживания, для всех узлов, находящихся в срезе сети телекоммуникации.

2. Оригинальные алгоритмы функционирования приложений по реализации, модифицированного алгоритма Беллмана-Форда.

3. Программное обеспечение, позволяющее рассчитать необходимую топологию сети, и выполнять поиск оптимального пути передачи информации.

1 РАЗРАБОТКА МОДИФИЦИРОВАННОГО АЛГОРИТМА И РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Для поиска оптимального пути использован модифицированный алгоритм Беллмана-Форда.

Модификация заключается в отбрасывании в процессе поиска тех путей, на которых не выполняется ограничения

$$Y_{s,t} - Y^{\min} \geq 0; D^{\max} - D_{s,t} \geq 0; J^{\max} - J_{s,t} \geq 0; X_{s,t} - X^{\min} \geq 0. \quad (1.1)$$

и новом способе описания и вычисления меток узлов.

В качестве метрики *QoS* выбраны следующие: полоса пропускания $Y_{s,j}$, задержка распространения сигнала $D_{s,j}$, вариации задержки $J_{s,j}$, вероятность потери пакетов $X_{s,j}$, где s,j – отправитель и получатель информации соответственно.

В исходном алгоритме Беллмана-Форда метки j -го узла, которого можно достичь из узла s через соседний узел i , имеет вид $[R_{s,j}, i]$, где величина стоимости $R_{s,j}$, соответствующая данному пути, аддитивна и вычисляется по формуле $R_{s,j} = R_{s,i} + R_{ij}$, где R_{ij} – стоимость ребра e_{ij} , а величина $R_{s,i}$ берется из метки i -го узла. Вместо этого, введем метку, имеющую 6 компонентов: $[R_{s,j}, Y_{s,j}, D_{s,j}, J_{s,j}, X_{s,j}, i]$. Новую метку при переходе из узла i в j будем вычислять следующим образом:

$$D_{s,j} = D_{s,i} + D_{ij}. \quad (1.2)$$

$$J_{s,j} = J_{s,i} + J_{ij}. \quad (1.3)$$

$$X_{s,j} = X_{s,i} + X_{ij}. \quad (1.4)$$

$$Y_{s,j} = \min\{Y_{s,i}, Y_{ij}\}. \quad (1.5)$$

Таким образом, получим следующую свертку:

$$r = -C_Y W_Y \frac{Y_{s,j}}{Y_{max}} + C_D W_D \frac{D_{s,j}}{D_{max}} + C_J W_J \frac{J_{s,j}}{J_{max}} + C_X W_X \frac{X_{s,j}}{X_{min}} \quad (1.6)$$

$$R_{sj} = \begin{cases} r, \text{ если для } D_{sj}, J_{sj}, X_{sj}, Y_{sj}, \text{ выполняется условия (1.1)} \\ \infty, \text{ если } D_{sj}, J_{sj}, X_{sj}, Y_{sj}, \text{ не выполняется хотя бы} \\ \text{хотя бы одно из условий (1.1)} \end{cases}$$

Использование весовых коэффициентов (w_Y, w_D, w_J, w_X) расширяет возможности в процессе решения проблемы оптимальной маршрутизации с учетом требований заданного качества обслуживания.

Коэффициенты C_i – коэффициенты, учитывающие стоимость обеспечения требований той или иной *QoS*-метрики. Чем ниже стоимость, тем больше коэффициент C_i . Если стоимость неизвестна или не учитывается, то $C_i=1$.

Предложенный способ формирования метки обеспечивает вычисление параметров *QoS*, изменяющихся при прохождении пакета из узла i в j по ребру e_{ij} , не только путем суммирования, но, фактически, по любой формуле или алгоритму. Это позволяет в дальнейшем уточнять рассматриваемую модель в части способов вычисления параметров *QoS* по пути p . Поиск оптимального пути только среди *QoS* осуществимых путей обеспечивается путем формирования функции вида (3.6). При этом алгоритм просмотра узлов, правила замены меток узлов, предложенные Беллмана-Форда, остаются неизменными.

Для разработки программного обеспечения был выбран язык программирования Java. Для успешной реализации алгоритма была выбрана среда *NetBeans IDE 8.1*. Данное средство разработки позволяет создавать приложения, используя новейшую программную платформу *Java* и языки программирования Java, C++, Python, Ruby, Ruby on Rails, Fortran. *Netbeans IDE GUI Builder* предназначен для визуальной разработки интерфейса.

NetBeans IDE представляет собой передовую программу, которая предоставляет возможность любым по размеру командам, осуществлять проектирование и создание необходимых приложений. Благодаря инструментам гибкого планирования можно внедрять методы последовательной разработки и применяться гибкие методологии в темпе, удобном для пользователя.

NetBeans IDE объединяет в себе огромное количество функций, позволяющих осуществлять разработки для *Windows, Linux, MacOS* и других операционных систем, Интернета, различных мобильных устройств и облачных технологий. В *NetBeans* реализуется новая среда разработчика, благодаря которой создавать приложения стало проще.

Программа была реализована в виде приложения (*Java Application*) где для общения с пользователем используется окно, представленное на рисунке 1.7.

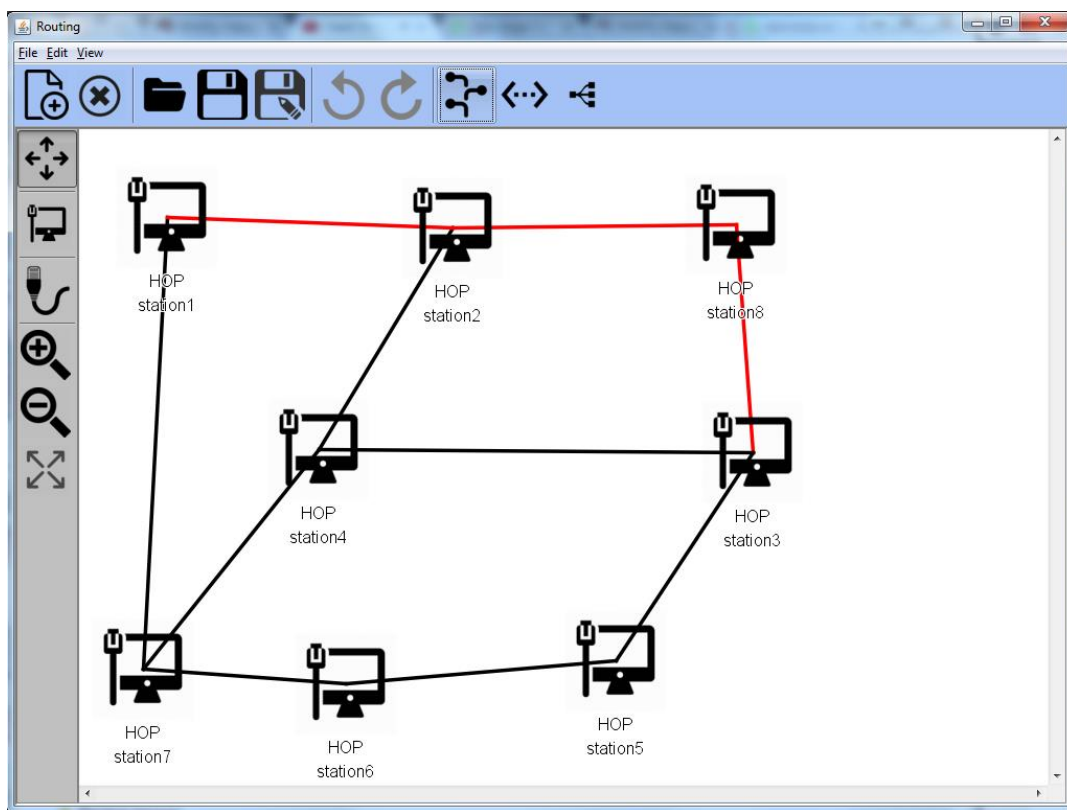


Рисунок 1.7 – Оконный вид приложения

Оконный режим является простейшим для разработки и не требует больших ресурсов от компьютера. Пользовательский интерфейс не перегружен настройками, и не занимает все пространство на рабочем мониторе. Что приводит к простоте использования и позволяет легко оперировать приложением.

Программа написана в соответствии всех принципов ООП. Были разработаны классы, реализующие ноды (узлы), кабели (ребра).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработан модифицированный алгоритм Беллмана–Форда для поиска оптимального пути передачи информации, отличающийся тем, что в процессе самого поиска обрабатываются все пути, которые удовлетворяют заданным требованиям качества обслуживания, для всех узлов, находящихся в срезе сети телекоммуникации.

Практическая реализация модифицированного алгоритма Беллмана–Форда показана на примере расчета сетевой модели со сложной топологией с применением итерационной процедуры в коде приложения. Реализованная на ее основе компьютерная модель компактна, проста и, в отличие от существующих, позволяет устранить ограничения, связанные с наличием отрицательных весов и циклов на сетевой модели, автоматизировать расчеты кратчайших путей в разветвленной сетевой инфраструктуре, соответствующей заданным критериям.

Разработано и реализовано приложение, содержащее ряд оригинальных алгоритмов по поиску кратчайшего пути с учетом требований заданного качества обслуживания. Приложение написано на языке программирования Java, и обладает понятным интерфейсом, ориентированным на пользователя в сфере информационных технологий.

Приложение позволяет визуально составить телекоммуникационную сеть, и определив параметры линий и граничные параметры, можно определить оптимальный путь от одной точки до множества других. С помощью данного приложения можно моделировать различные условия, в которых может использоваться высоконагруженная сеть. Данный аспект показывает, что можно проработать структуру сети и улучшить ее отказоустойчивость поддерживая требуемый уровень качества опираясь на ресурсопотребление сети.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

Вольфовский Р.Б. Алгоритмы обеспечения качества в сетях телекоммуникаций // 53-я научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, 2017 г.