

Санкт-Петербургский государственный университет

Кафедра системного программирования

Группа 21.Б11-мм

Инструмент графического программирования 2G

Евдокимов Данил

Отчёт по учебной практике
в форме «Производственное задание»

Научный руководитель:
профессор кафедры системного программирования, д.ф.-м.н. А.Н. Терехов

Консультант:
главный конструктор ООО «ЛИС» В.О. Аксенов

Санкт-Петербург
2023

Оглавление

Введение	3
1. Постановка задачи	4
1.1. Обзор предметной области	4
1.2. Обзор аналогов	7
1.3. Выбор редактора диаграмм	8
2. Реализация	10
2.1. Преобразование данных из Draw.io в конфигурационные файлы устройств	10
2.2. Передача данных из конфигурационных файлов устройств обратно в Draw.io	12
Заключение	13
Список литературы	14

Введение

Сети 2G, введенные в начале 1990-х годов, уже более тридцати лет являются основой мобильной связи. Традиционно, настройка и управление этими сетями осуществлялись высококвалифицированными специалистами из сферы телекоммуникаций. Однако, в последнее время наблюдается тенденция к расширению применения технологий 2G за пределы их обычного использования, например, в промышленности и транспорте.

Компании стремятся интегрировать эти устоявшиеся технологии в свою деятельность, при этом минимизируя затраты. Но на многих предприятиях отсутствуют сотрудники с необходимой квалификацией для управления сетями. В этой ситуации возможны два решения. Первое — обучение сотрудников новым технологиям, что может быть дорогостоящим и времязатратным. Второе - упрощение процесса настройки сетей, сделав его более доступным для людей без специализированных знаний в области сетей. Это позволит экономить ресурсы на переподготовку или найм новых сотрудников.

В ответ на эту потребность, компании «Mobil-group» [6] и «ЛИС» [9] решили разработать программный комплекс для настройки сетей 2G с использованием графического программирования. Этот выбор был сделан из-за доступности и понятности графических средств разработки для людей с минимальными навыками в программировании.

Предполагается, что продукт будет поставляться предприятиям в виде комплекта программного обеспечения, включающего в себя графический редактор диаграмм и службу для работы с файлами, устанавливаемого на специализированные компьютеры — локальные терминалы управления (ЛМТ) или на серверы централизованного управления.

1. Постановка задачи

Цель работы — разработать инструмент графического программирования оборудования сети 2G. Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- Выполнить обзор предметной области и создать подробную диаграмму элементов сети 2G;
- Разработать блок-схему работы каждого из видов оборудования сети 2G;
- Выполнить обзор существующих решений для графической настройки сетей 2G;
- Выработать требования к графическому редактору диаграмм, который будет взят за основу приложения, и в соответствии с разработанными требованиями выполнить обзор редакторов;
- Реализовать конвертацию файлов диаграмм в формат конфигурационных файлов оборудования сети 2G и обратно;
- Реализовать службу/демон для взаимодействия с графическим редактором;
- Реализовать unit-тесты для проверки функциональности разработанного программного комплекса;
- Провести апробацию продукта, тестируя его на оборудовании сети 2G.

1.1. Обзор предметной области

Сеть 2G, также известная как GSM, состоит из различных элементов, которые взаимодействуют между собой посредством установленных протоколов. На диаграмме 1 представлены ключевые компоненты

сети 2G и протоколы, используемые для их взаимодействия, распределенные по уровням сетевой модели OSI. Далее приведено более детальное описание каждого элемента:

- Mobile Station (MS) — мобильная станция или абонентское устройство.
- Base Transceiver Station (BTS) — базовая передающая станция, основная задача которой - передача и прием сигналов от/к мобильным устройствам.
- Base Station Controller (BSC) — контроллер базовых станций, управляющий несколькими BTS.
- Mobile Switching Centre (MSC) — центр коммутации мобильной связи, управляющий вызовами и мобильностью абонентов.
- Visitor Location Register (VLR) — регистр местонахождения посетителей, временно хранит данные об абонентах.
- Home Location Register (HLR) — центральная база данных с информацией об абонентах и их услугах.
- Authentication Centre (AuC) — центр аутентификации для проверки подлинности абонентов.
- Equipment Identity Register (EIR) — регистр идентификации оборудования.
- Gateway Mobile Switching Centre (GMSC) — шлюзовой центр коммутации, обеспечивает взаимодействие с другими сетями.
- Serving GPRS Support Node (SGSN) — узел поддержки GPRS, управляет передачей данных в сетях 2G и 3G.
- Gateway GPRS Support Node (GGSN) — шлюзовой узел поддержки GPRS, обеспечивает доступ к внешним сетям.

- Policy and Charging Rules Function (PCRF) — узел для управления тарификацией и качеством соединений.
- Application Function (AF) — функция приложения, взаимодействует с PCRF для реализации политик качества обслуживания.
- Public Data Network (PDN) — внешняя сеть, к которой подключаются абонентские устройства.
- Media Gateway (MGW) — шлюз мультимедиа, обеспечивает пересылку голосовых и видеоданных.

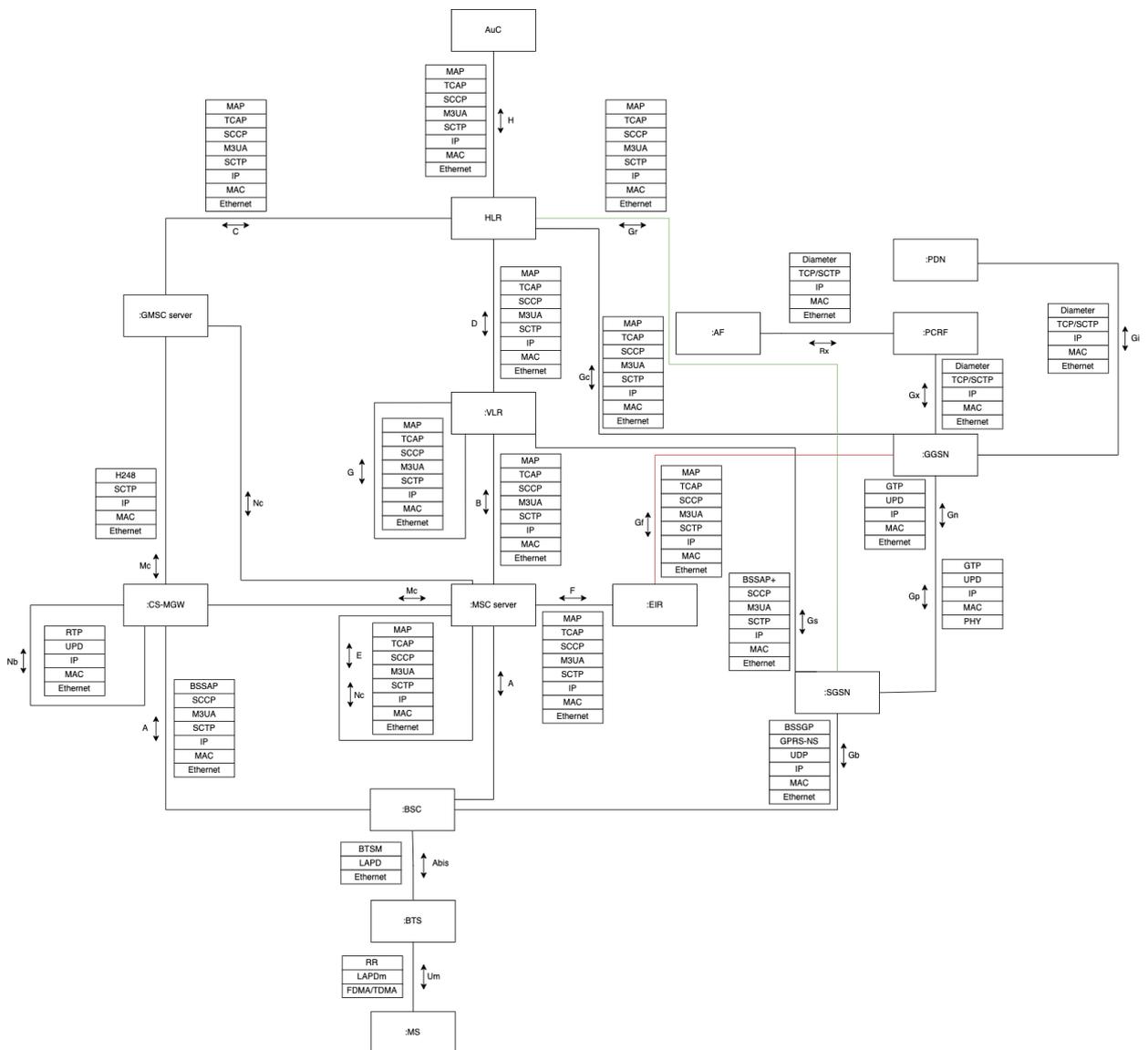


Рис. 1: Диаграмма компонентов сети 2G

1.2. Обзор аналогов

Данный раздел содержит обзор графических приложений для управления настройками сетевого оборудования, которые могут быть применимы в сетях 2G:

1. Cisco Packet Tracer [1] — симулятор сети передачи данных, выпускаемый Cisco Systems. Решение позволяет создавать работоспособные модели сети, а также настраивать командами Cisco IOS маршрутизаторы и коммутаторы. Приложение используют только в учебных целях, а не в качестве замены маршрутизаторам и коммутаторам. Помимо этого, Packet Tracer поддерживает только создание конфигурационных файлов, а передача их на реальное оборудование не реализована;
2. NetSim [7] — образовательный инструмент для моделирования сетей. Подходит для обучения и тестирования сетевых конфигураций. Ограничен в функциональности по сравнению с реальными сетями, больше подходит для учебных целей;
3. Spirent Communications [8] предлагает решения для тестирования и оптимизации сетей. Позволяет проводить тщательное тестирование сетей на производительность и надежность. Фокусируется на тестировании, не является инструментом для повседневного управления сетью;
4. The Dude [3] — программное обеспечение от MikroTik для управления сетевым оборудованием. Интуитивно понятный графический интерфейс, хорошо подходит для средних и малых сетей. Ограничен функциональностью и масштабируемостью, больше подходит для более простых сетевых задач.

Эти решения были выбраны для сравнения, учитывая их схожую функциональность с разрабатываемым в рамках данной работы программным обеспечением. Отмечено, что аналогов, полностью соответствующих требованиям работы с сетями 2G, найдено не было.

1.3. Выбор редактора диаграмм

Перед началом работы стоял выбор между разработкой собственного графического интерфейса и использованием существующего редактора диаграмм. Выбор пал на второй вариант, поскольку это позволяло ускорить процесс разработки.

Требования к выбранному редактору диаграмм:

- Добавление и сохранение метаданных элементов диаграмм, что критично для внесения данных о параметрах оборудования в сетях LTE;
- Способность экспортировать диаграммы не только в визуальном формате, но также и в форме кода на языках разметки, таких как XML или HTML;
- Наличие лицензии, которая допускает использование редактора в создании коммерческого программного обеспечения.

Был проведен анализ ряда популярных решений на соответствие вышеуказанным критериям:

1. Lucidchart [4] — это веб-инструмент для создания визуальных представлений, включая блок-схемы и диаграммы. Имеет простой и интуитивно понятный интерфейс, но не поддерживает добавление метаданных к элементам диаграмм. Возможности экспорта ограничиваются графическими форматами и CSV;
2. Microsoft Visio [5] — это редактор диаграмм от Microsoft, первоначально разработанный как настольное приложение для Windows. Впоследствии появилась версия для работы через браузер с возможностью хранения проектов в облаке. Поддерживает экспорт в формате .vsdx, который представляет собой архив с данными Visio, включая XML-файлы. Visio позволяет хранить метаданные элементов диаграмм, однако эта функция отсутствует в бесплатной версии;

3. Draw.io [2] (или Diagrams.net в веб-версии) — это десктопный редактор диаграмм с поддержкой добавления метаданных к частям диаграмм, которые хранятся в атрибутах XML-файла. Поддерживает экспорт в формате XML. Обладает открытым исходным кодом и лицензией Apache 2.0, позволяющей использовать его в коммерческих целях.

После анализа выбор был сделан в пользу Draw.io, так как он полностью удовлетворял всем требованиям для работы с сетями 2G.

2. Реализация

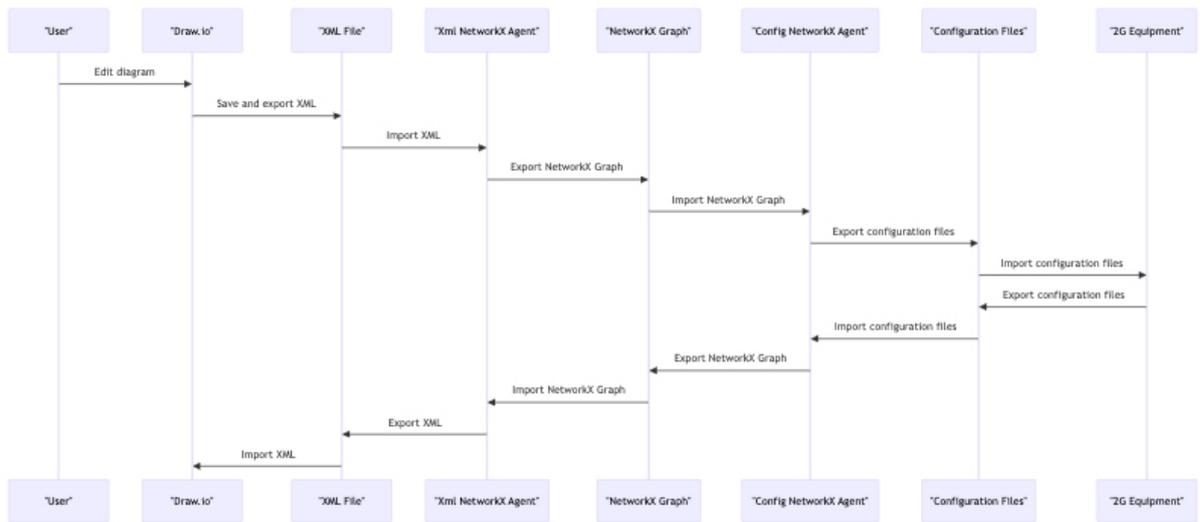


Рис. 2: Диаграмма использования инструмента

2.1. Преобразование данных из Draw.io в конфигурационные файлы устройств

На рисунке 3 показан пример схемы, созданной в Draw.io. Для изменения параметров элемента пользователь должен кликнуть по нему правой кнопкой мыши и выбрать опцию «Редактировать данные», что приведет к открытию окна для редактирования параметров.

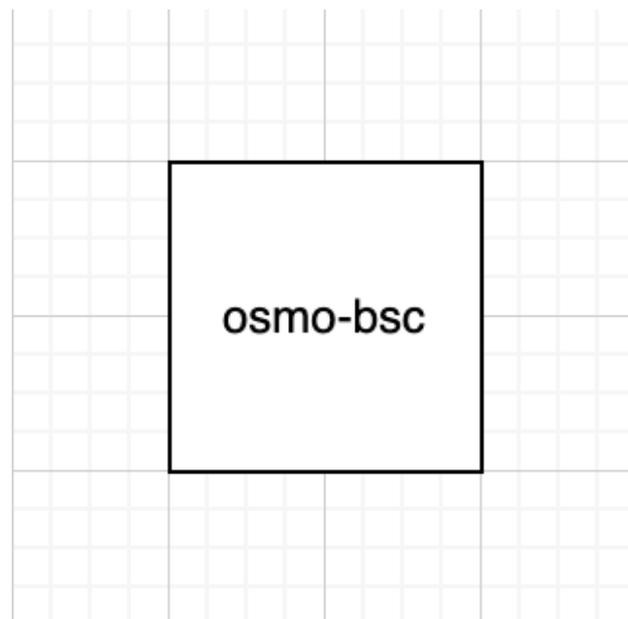


Рис. 3: Пример сетевой диаграммы

На рисунке 4 точки в названиях свойств обозначают иерархию в исходном конфигурационном файле для vty.

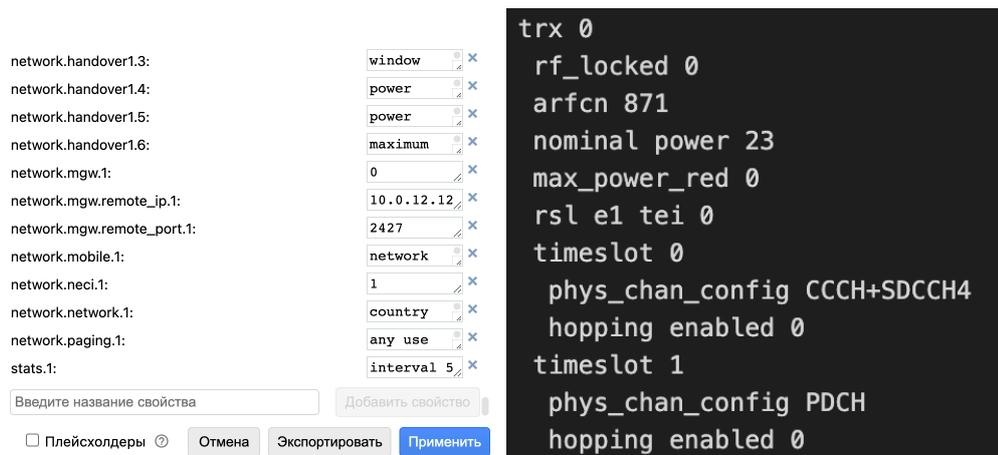


Рис. 4: Атрибуты в Draw.io и соответствующий конфигурационный файл

Затем диаграмма с внесенными данными экспортируется в XML формате. В Draw.io эти параметры сохраняются в атрибутах XML элементов, где поддерживаются только строковые значения. После этого XML файл отправляется в конвертер, который анализирует XML и преобразует его в граф.

Дальше перед формированием конфигурационного файла из графа проходит проверка параметров. В случае обнаружения ошибок, данные не будут зафиксированы. Если параметры верны, новый конфигурационный файл отправляется на устройство. Проверка осуществляется благодаря созданным деревьям языка команд vty, в которых полностью описаны правила формирования команд. После загрузки конфигурации на устройство, с его стороны идет отчет о успешности или неудаче запуска. Демон получает это сообщение и изменяет параметры элемента на диаграмме, например, меняя его цвет на зеленый или красный в зависимости от результата.

2.2. Передача данных из конфигурационных файлов устройств обратно в Draw.io

Существуют случаи, когда изменения на устройстве происходят без участия пользователя, например, когда конфигурационные файлы изменяются напрямую. В таком случае процесс идет в обратном направлении. Новый конфигурационный файл отправляется в конвертер, который сначала создает граф, его анализирует, а затем формирует соответствующий XML файл для Draw.io.

Заключение

В ходе выполнения работы были достигнуты следующие результаты:

- Проведен анализ предметной области и создана детализированная диаграмма компонентов 2G сети;
- Исследованы доступные решения для визуальной настройки сетевых систем;
- Сформулированы критерии для выбора графического редактора диаграмм в качестве основы для приложения, после чего выполнен анализ подходящих редакторов;
- Разработаны деревья языка команд vty для последующей валидации;
- Разработана функция преобразования файлов из диаграмм в конфигурационные файлы оборудования и обратно.

Исходный код проекта является проприетарным и не подлежит разглашению.

Планируемые следующие шаги включают:

- Разработку функции валидации;
- Создание сервиса или демона для взаимодействия с графическим редактором;
- Реализацию unit-тестов для проверки работоспособности разработанного программного комплекса;
- Проведение практических испытаний продукта на оборудовании сети 2G.

Список литературы

- [1] Cisco Packet Tracer. — URL: <https://www.netacad.com/ru/courses/packet-tracer> (дата обращения: 2023-12-21).
- [2] Draw.io. — URL: <https://www.drawio.com> (дата обращения: 2023-12-15).
- [3] The Dude. — URL: <https://mikrotik.com/thedude> (дата обращения: 2023-12-21).
- [4] Lucidchart. — URL: <https://www.lucidchart.com/pages/> (дата обращения: 2023-12-21).
- [5] Microsoft Visio. — URL: <https://www.microsoft.com/ru-ru/microsoft-365/visio/flowchart-software> (дата обращения: 2023-12-15).
- [6] Mobil-Group. — URL: <https://mobil-group.spb.ru/> (дата обращения: 2023-12-15).
- [7] NetSim. — URL: <https://www.boson.com/netsim-cisco-network-simulator> (дата обращения: 2023-12-21).
- [8] Spirent. — URL: <https://www.spirent.com/> (дата обращения: 2023-12-21).
- [9] ЛИС. — URL: <https://labics.ru/> (дата обращения: 2023-12-15).