

Подходы к созданию единого ядра сети 2G-5G¹

Пантелеймонов Андрей Радиевич, студент 4 курса направления
«Математика и Компьютерные Науки» Математико-Механического
факультета СПбГУ
mr.panteleymonov@gmail.com

Замковой Глеб, студент 3 курса направления «Управление
технологическими инновациями» факультета технологического
менеджмента и инноваций ИТМО
gleb18029@gmail.com

Соколов Илья Денисович, магистр 1 курса направления «Функциональная
безопасность беспилотных транспортных средств» факультета
безопасности информационных технологий ИТМО
iam.ilya.sokolov@gmail.com

Ледовских Михаил Андреевич, студент 4 курса направления "Математика
и Компьютерные Науки" Математико-Механического факультета СПбГУ
misha_ledov@list.ru

Аннотация

В докладе будет описаны подходы к процессу разработки ядра
сети 2G-5G российского производства на основе проектов с
открытым исходным кодом

Введение

Необходимость иметь возможность связаться с кем угодно в любой
момент времени посредством мобильной связи имеет колоссальную
важность как для пользователей с современными смартфонами, так и для
пользователей с довольно уже устаревшими моделями.

Сети мобильной связи пятого поколения 5G в наибольшей степени
отвечают новым требованиям к производительности
телекоммуникационных сетей, так как они способны обеспечить
расширенную широкополосную мобильную связь (eMBB), сверхнадежную
связь с низкими задержками (URLLC) и массовую межмашинную связь
(mMTC).

¹ Работа поддержана и выполняется в рамках решения задач ООО «Мобил-груп»,
являющегося российским разработчиком комплексных решений 4G/5G

В то время, как современные смартфоны имеют возможность подключаться к сетям 4G/5G, их предшественники имеют зачастую единственную опцию — подключение к сетям 2G. Однако в связи с уходом иностранных компаний – производителей оборудования, предоставляющих услуги в том числе единого ядра сети 2G-5G, из России, встаёт вопрос о наличии собственного ядра, способного обслужить запросы клиентов в независимости от новизны и функциональности их телефонов.

Перед тем как создавать такой продукт как ядро сети, было проведено исследование возможных решений данной задачи:

- создание ядра сети самостоятельно с нуля, что позволило бы сделать акцент в разработке на нужды заказчика, но сильно увеличило бы время разработки;
- покупка какого-либо закрытого проекта с уже реализованным функционалом, что сильно бы сократило время разработки (сведя его практически к нулю, однако затраты могли бы быть очень большими, не укладывающимися в бюджет проекта;
- использование проектов с открытым исходным кодом, что является, по сути, улучшением первого варианта в плане времени разработки и улучшением второго варианта в плане затрат.

Именно 3 вариант и был выбран в качестве основного в виду вышеупомянутых преимуществ, в качестве открытых проектов были выбраны проекты Osmocom (2G)[1], Free5GC (5G)[2], Open5GS (5G)[3], OpenAirInterface (5G)[4], SrsRAN (5G)[5].

Процесс разработки

В ходе разработки ядра необходимо учитывать соответствие кода open source проектам стандартам, в которых описаны все аспекты работы сети. В области мобильной сети стандартами являются документы 3GPP (консорциума, разрабатывающего спецификации для мобильной телефонии), опубликованные на сайте Европейского института телекоммуникационных стандартов (ETSI)[7]. Сравнение кодовой базы проекта и стандартов важно как для анализа полноты реализации так и для погружения в детали для дальнейшей разработки.

9.1.41 System information type 7

This message is sent on the BCCH by the network giving information about cell reselection parameters to be used in that cell. See table 9.36/3GPP TS 04.08. Special requirements for the transmission of this message apply, see 3GPP TS 05.02. The L2 pseudo length of this message has the value 1.

Message type: SYSTEM INFORMATION TYPE 7

Significance: dual

Direction: network to mobile station

Table 9.36/3GPP TS 04.08: SYSTEM INFORMATION TYPE 7 message content

IEI	Information element	Type / Reference	Presence	Format	length
	L2 pseudo length	L2 pseudo length 10.5.2.19	M	V	1
	RR management Protocol Discriminator	Protocol Discriminator 10.2	M	V	1/2
	Skip Indicator	Skip Indicator 10.3.1	M	V	1/2
	System Information Type 7 Message Type	Message Type 10.4	M	V	1
	SI 7 Rest Octets	SI 7 Rest Octets 10.5.2.36	M	V	20

Рисунок 1: Один из пунктов стандарта

Для анализа кодовой базы был выбран инструмент **Doxygen**[8], который позволяет как анализировать детали реализации (графы зависимостей, список переменных и т. д.), так и в целом составлять документацию для проекта и его составных частей, что позволит создавать единое пространство информации и в любой момент быстро получать необходимую информацию как для разработчиков уже какое-то время работающих над проектом, так и для входящих в проект новых сотрудников.

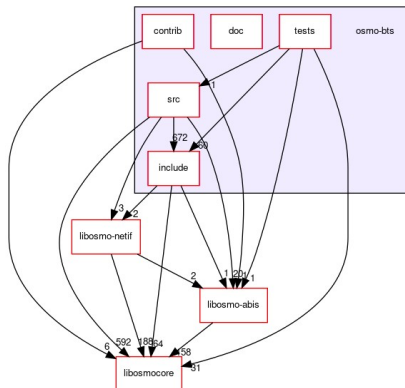


Рисунок 2: Пример результата работы программы Doxygen для одной из директорий проекта Osmocom

В виду специфики кодовой базы (в подавляющем большинстве проект написан на чистом C) также для анализа кода используется трассировка работы программы при помощи флагов компилятора GCC (-E).

Результатом такого анализа кода является граф зависимостей вызова функций и использования переменных внутри проекта, которое даёт понимание деталей реализации, а также упрощает доработку функциональности ядра, так как показывает, в каком узле и что нужно исправить/дописать, чтобы необходимая функциональность была добавлена в ядро.

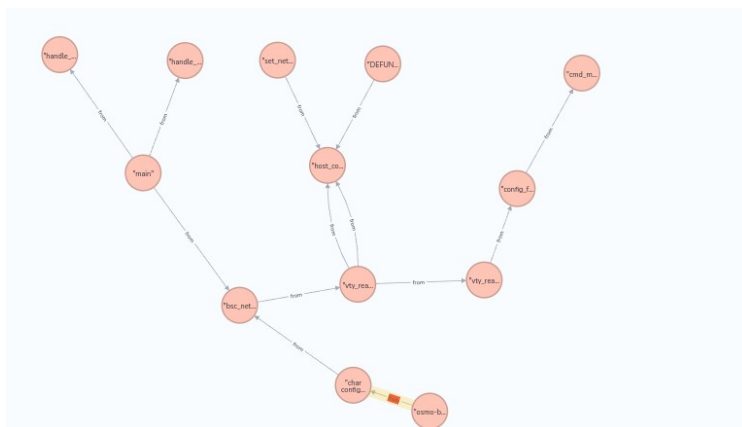


Рисунок 3: Трассировка маршрута данных одного из конфигурационных файлов проекта Osmocom.

Диаграмма была построена в графовой базе данных Neo4j[9].

Для удобства работы со стандартами, кодом и доработки кода была разработана программа анализа стандартов и доработки кода, которая используя собственный алгоритм на языке Python, переводит всю информацию из стандарта в таблицы и позволяет быстро ориентироваться и видеть взаимосвязи между элементами стандартов и кода. Фактически создается единая база данных стандартов и кода на основе глобального перечня параметров.

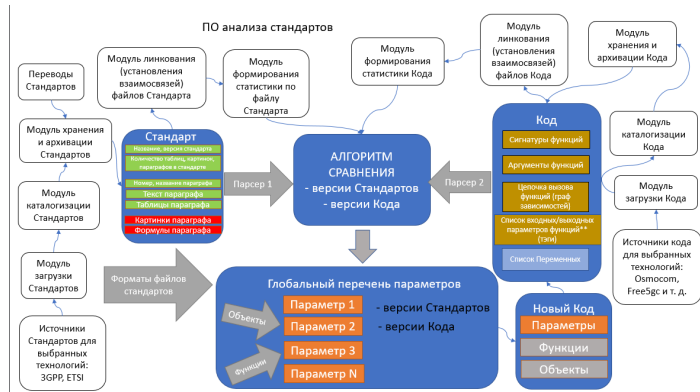


Рисунок 4: Схема анализа стандарта и кода проекта Osmocom

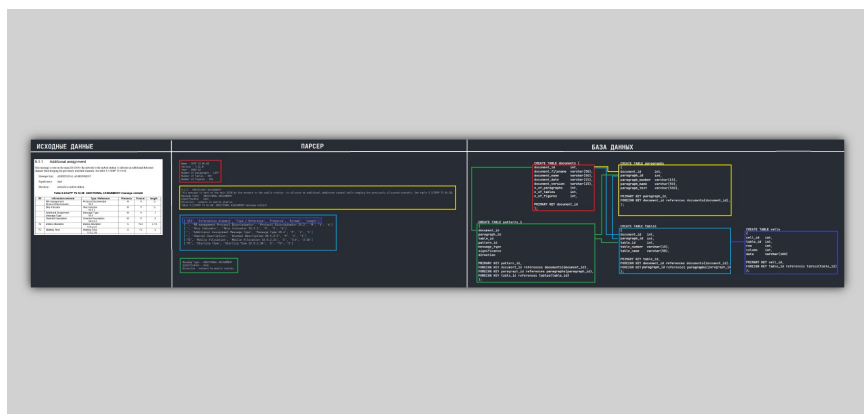


Рисунок 5: Пример работы алгоритма анализа стандарта

В итоге создается единый общий граф кода 2G-5G, в котором будет видно взаимодействие всех технологий беспроводной связи от 2G до 5G, что сильно облегчит разработку, анализ для разработчиков а также упростит работу оператора (обслуживающего персонала с сетью):

- благодаря модулю сравнения и анализа стандартов и кода можно будет получить глобальный перечень параметров кода, его функции с зависимостями. Таким образом, команда разработчиков будет тратить меньше времени на изучение этих открытых проектов и процесс разработки собственных реализаций ядер 2G-5G пойдет быстрее;

- визуализация реализаций кода открытых проектов в единой графовой базе данных позволит выпукло увидеть и проследить все связи и зависимости всех элементов сотовых сетей, их пользователей и сервисов.

Литература

1. Open-source Mobile Communications <https://osmocom.org/>
2. Open-source project for 5th generation (5G) mobile core networks <https://www.free5gc.org/>
3. <https://open5gs.org/>
4. <https://openairinterface.org/>
5. Open-source 4G and 5G software radio suites developed by Software Radio Systems <https://www.srslte.com/>
6. Software Radio Systems <https://srs.io/>
7. European Telecommunications Standards Institute <https://www.etsi.org/>
8. [Standard tool for generating documentation from annotated sources, <https://www.doxygen.nl/>
9. Графовая база данных Neo4j <https://neo4j.com/>