

## СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА СОФТУРНИ ИНСТРУМЕНТИ ЗА ТЕСТВАНЕ НА РАДИОПОКРИТИЕТО ПРЕЗ МОБИЛЕН ТЕРМИНАЛ

Станимир Садинов<sup>1</sup>, Борис Арсов<sup>2</sup>, Айсун Ахмед<sup>1</sup>, Егнар Йоздикилилер<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Технически университет – Габрово, България

<sup>2</sup>Международен Славянски университет Св. Никола, С. Македония

<sup>3</sup>Технически университет – Истанбул, Турция

## COMPARATIVE ANALYSIS OF SOFTWARE TOOLS FOR TESTING RADIO COVERAGE THROUGH A MOBILE TERMINAL

Stanimir Sadinov<sup>1</sup>, Boris Arsov<sup>2</sup>, Aysun Ahmed<sup>1</sup>, Egnar Ozdikililer<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Technical University of Gabrovo, Bulgaria

<sup>2</sup> International Slavic University Sv Nikole, N. Macedonia

<sup>3</sup> Istanbul Technical University, Turkey

### Abstract

*A major objective of this report is to introduce Android-based applications for mobile cellular coverage monitoring, as it is currently one of the most common software platforms for mobile devices. It is open source and allows many developers to offer a variety of applications with different functionality. The results of this monitoring allow the evaluation of the efficiency of the devices themselves, as well as the verification of the results of the planning, design and construction of the network with real results of the operation of the network by individual users. Through the feedback available in these applications, all the information collected by them is often sent to a centralized data collection server, where, through a database and additional geographic information, detailed independent information is collected for each mobile operator in each settlement or geographical area. The report presents sample results for all cellular technologies in an urban environment and analyses the results obtained.*

**Keywords:** Cellular technologies GSM/ UMTS/ LTE/ 5G network, Android-based applications for mobile cellular coverage monitoring, Signal level, S/N, Speed Test.

### ВЪВЕДЕНИЕ

Клетъчните мрежи за радиодостъп са основни за съвременните мобилни комуникации. При тях се използват множество предаватели с малка мощност, вместо един мощен радиопредавател, с който се покрива целия териториален обхват на мрежата. Областта на покритие се разделя на множество по-малки подобласти, наречени клетки. Това е необходимо, за да може мобилната мрежа да осъществи своето предназначение – да осигури те-

лекомуникационни услуги на всеки потребител по всяко време и всяко място от мрежата [1, 2, 3].

Извършването на редовни измервания на параметрите на сигналите и покритието е много важен, ефективен и достъпен начин за поддържане на оптималното състояние на клетъчните мрежи. То дава възможност за проверка в реално време на качествените показатели, поддържането на високо ниво на качеството на доставяните услуги, като помага и за уста-

новяване на причините за възникнали проблеми и предотвратяването на бъдещи такива.

Подходящ начин да се извърши независим и постоянен мониторинг на качеството на покритие и на услугите в мобилните клетъчни мрежи, е с помощта на независимо разработени мобилни приложения за различни платформи мобилни устройства, които дават възможност на самите потребители да бъдат част от този процес. При наличието на много такива приложения, както и мобилни устройства, резултатите от този мониторинг позволяват оценка на ефективността и на самите устройства, а също и проверка на резултатите от планирането, проектирането и изграждането на мрежата с реални такива от експлоатацията на мрежата от отделните потребители. Чрез наличната обратна връзка в тези приложения цялата събрана от тях информация често се изпраща в централизиран сървър-коллектор на данни, където чрез база от данни и допълнителна географска информация се събира подробна независима информация за всеки един мобилен оператор във всяко едно населено място или географска област, като често пъти този обем обхваща почти цялото земно кълбо [4].

## **ПРЕГЛЕД НА ANDROID-БАЗИРАНИ ПРИЛОЖЕНИЯ ЗА МОНИТОРИНГ НА МОБИЛНО КЛЕТЪЧНО ПОКРИТИЕ**

По-известните приложения в Google Play са следните: Cellular-Z [5], Coverage map [6], G-Mon Pro [7], G-NetTrack Lite [8], Network Signal Info [9], Net Monster [10], Net Monitor Lite [11], Network Cell Info [12], Opensignal [13], Rx Monitor [14]. След извършен анализ на всяко едно от тях, имайки предвид предимствата и недостатъците им и възможността за извеждане на различни резултати, избираме да проведем своите тестове и изследвания с Network Cell Info.

Network Cell Info е инструмент за измервания и диагностика на 5G, 4G +, LTE, CDMA, WCDMA, GSM. Информа-

цията за мрежовата клетка може да помогне за отстраняване на проблеми със свързаността, като същевременно ви информира за радиочестотната ситуация на клетъчния носител. Приложението също включва инструмент за тестване на скоростта и ефективността на мобилен интернет и резултати от теста за изтегляне, качване и ping.

Основни характеристики :

- Почти в реално време (в рамките на 1 секунда) наблюдение на клетъчни и WiFi сигнали;
- Поддръжка на GSM, CDMA, UMTS (WCDMA), IWLAN, LTE, LTE +, 4G, 5G;
- Поддръжка на две SIM карти;
- Сигналомерът предоставя статистически данни за покритието както на SIM, така и на WiFi;
- Картата показва мрежова клетъчна информация;
- Визуално представяне на местоположенията на клетките на картата, използвайки Mozilla Location Service (MLS);
- Динамично оцветяване на маршрута според силата на сигнала, включително маркери на картата с информация за местоположението и сигнала;
- Регистрационни файлове и измервания на клетъчни сигнали;
- Информацията за мрежата в лентата на състоянието.

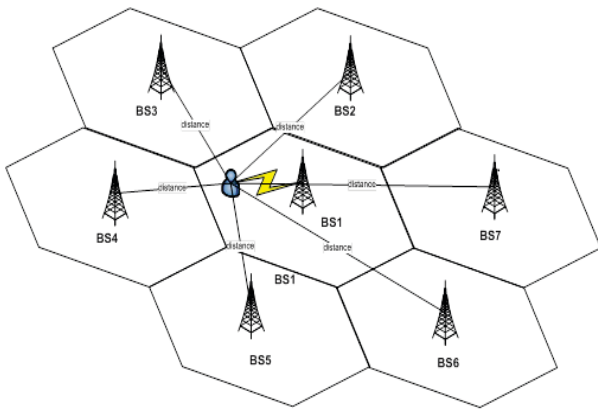
## **СХЕМА НА ОПИТНАТА ПОСТАНОВКА И ПРИМЕРНИ ТЕСТОВЕ НА КЛЕТЪЧНО РАДИОПОКРИТИЕ В ГРАДСКА СРЕДА**

На фиг. 2.11. е представена схемата на опитната постановка, използвана при осъществяването на мониторинга на мобилна клетъчна мрежа.



**Фиг.1.** Схема на опитната постановка за мониторинг

На фиг. 2 е представена схемата на опитната постановка за изследването на параметрите на сигналите и покритието в мобилна клетъчна мрежа.



**Фиг. 2.** Схема на опитната постановка за изследването на параметрите на сигналите и покритието в мобилна клетъчна мрежа.

Изследването на покритието се извършва чрез подходящо тестово мобилно устройство, на което е инсталирано избрано Android-базирано специализирано приложение. Мобилното устройство трябва да бъде с активиран GPS за локализация на местоположението в анализирания район, както и с активиран интерфейс за пренос на данни. Анализът на покритието се осъществява чрез обхождане на дадения район по предварително избран маршрут, като целта е да се събират едновременно данни за местоположението и за параметрите на радиосигнала.

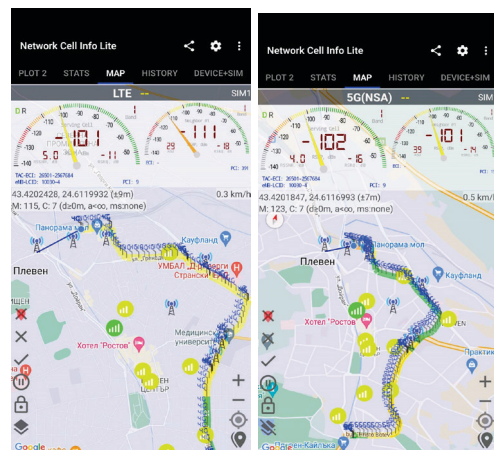
В комбинация с параметрите на сигнала от текущата клетка, мобилното устройство приема сигнали и от съседни клетки, което позволява да се събере информация и за параметрите на сигналите като цяло. Извеждат се като резултати различни карти на покритие, отчитат се параметри като SNR, ниво на сигнала, оценка на различните трафични и логически канали, както и информация за съседните клетки и извършването на хендувър.

В процеса на изследване и измерване на параметрите на радиопокритието е

възможно да се избира типа мрежа – 2G, 3G, 4G/LTE, 5G или комбиниран.

За мониторинг и анализ на мобилното безжичното покритие на единия мобилен оператор се използва мобилна станция – Smartphone Xiaomi Redmi Note 9, работещ с операционна система Android 10 QP1A и приложението Network Cell Info. За мониторинг и анализ на мобилното безжичното покритие на другия мобилен оператор, се използва мобилна станция – Smartphone Nokia HMD Global XR20, работещ с операционна система Android 13 API 33 и приложението Network Cell Info. След инсталацията на приложението е необходимо да се направят допълнителни настройки на устройствата. Предварително се включва употребата на GPS модула и се избира режимът на работа в клетъчната мрежа - Auto, 5G, LTE, UMTS или GSM only. След стартиране на приложението се влиза в MENU -> SETTINGS -> GENERAL и се избира предпочитана SIM карта 1. За извършване на измерванията се използва сим карта на мобилни оператори Виваком и А1 и придвижването се извършва с лек автомобил.

На следващите няколко фигури са представени работни екрани отчитащи примерни резултати за радиопокритие в градска среда по определени маршрути. Като освен за различните използвани клетъчни технологии (4G LTE/5G), могат да се направят тестове и за различни оператори.



**Фиг. 3.** Визуално местоположение на базовите станции и информация за маршрута на изследване

От направеното изследване в режим 4G – LTE може да се направят следните по-важни изводи за дадения маршрут:

1) Нивото на сигнала за обходения маршрут варира значително в границите:  $-90\text{dB}/-101\text{dB}$ , като по-ниските стойности са в централната и западната част на града.

2) Качеството на сигнала варира, като среден показател е със стойност  $-14\text{dB}$ , а най-висока стойност е отчетена  $-11\text{dB}$ .

3) Съотношението SNR варира в големи граници –  $-6\text{dB}/5\text{dB}$ , което не е предпоставка за добро качество на сигнала.

4) В 100% от времето е отчетен 4G сигнал.

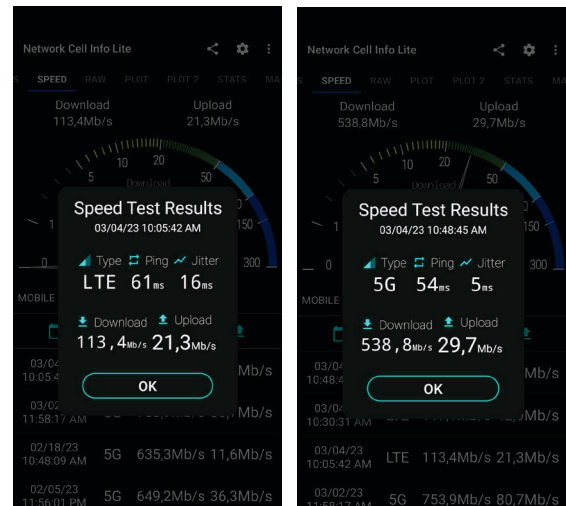
5) При обхождането на маршрута са засечени 7 клетки. Отражено е времето на пребиваване на мобилното устройство във всяка от тях, като е отчетен равномерен и плавен хендоувър (превключване на каналите) между тях без да се наблюдават значителни спадове в нивото на сигнала и липса на покритие.



Фиг. 4. Подробна информация за параметрите на радиопокритието



Фиг. 5. Отчитане на силата на сигнала  $S$  и нивата на съседна клетка  $N$



Фиг. 6. Тест за скоростта на връзката

От направеното изследване в режим 5G може да се направят следните по-важни изводи за дадения маршрут:

1) Нивото на сигнала за обходения маршрут варира значително в границите:  $-88\text{dB}/-102\text{dB}$ , като най-ниските стойности са в южната и централната част на града.

2) Качеството на сигнала варира, като среден показател е със стойност  $-16\text{dB}$ , а най-висока стойност е отчетена  $-14\text{dB}$ .

3) Съотношението SNR варира в големи граници –  $5\text{dB}/4\text{dB}$ , което е предпоставка за добро качество на сигнала.

4) В 94,8% от времето е отчетен 5G сигнал, а в 5,2% - 4G.

5) При обхождането на маршрута са засечени 7 клетки. Отражено е времето на пребиваване на мобилното устройство във всяка от тях като е отчетен равномерен и плавен хендоувър между тях без да се наблюдават значителни спадове в нивото на сигнала и липса на покритие.

6) От раздел GAUGE на приложението се вижда, че полученият сигнал е 5G(NSA-Non-Standalone), което означава, че се използват базовите станции и оборудване на 4G технологията.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мониторингът и експерименталното изследване на радиочестотното покритие на мобилните клетъчни мрежи за различни географски области е актуална зада-

ча. Независимо от съществуващите стандарти в тази област, всяка местност си има своите релефни, архитектурни и демографски особености, което налага вземането на специфични за дадената мобилна мрежа решения, свързани с нейната оптимизация и подобряване на качеството на обслужване.

В доклада са разгледани широкодостъпните Android - базирани мобилни приложения за мониторинг и анализ на радиочестотните параметри на мобилната мрежа. Мотивиран е изборът на тази платформата за провеждане на примерни тестове да е Network Cell Info, предвид на най-масова на пазара за мобилни устройства и предвид на до голяма степен отворения ѝ код.

Предложената опитна постановка е използвана за реализацията на примерни измерванията в градска среда, като са регистрирани получените резултати под формата на карти на покритието с отчитане нивото на сигнала, съотношението SNR, качеството на сигнала, нивата на сигналите от съседните клетки, хендоувъра и времето на пребиваване в обслужващите клетки. Резултатите са представени, като работни екрани с отчетени данни и графично изменяща се статистика на по-важните параметри в тях.

В заключение може да се каже, че за изследвания маршрут в градска среда, в покритието на мобилните оператори не се наблюдават големи отклонения и зони с нарушения. Има някои участъци с по-слабо покритие на 4G и 5G, но планирането на мрежата е добро и осигурява равномерно покритие със сигнал, както и

надеждна доставка на разнообразие от услуги, включително и такива, изискващи висока пропускателна способност.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Представената работа е подкрепена по проект 2205E/2023 „Планиране, проектиране и оптимизиране на безжични комуникационни платформи, услуги и решения за 5G и IoT приложения” от УЦНИТ към Технически университет – Габрово.

## REFERENCE

- [1] Iliev I., Mobile Communications, TU-Sofia Publishing House, 2014. (Bulgarian)
- [2] PlamenDankov\_GSMnetwork\_part2,(Bulgarian)
- [3] Pencheva E., Broadband mobile networks. TU-Sofia Publishing House, S., 2020. (Bulgarian)
- [4] <https://www.nperf.com>
- [5] [https://play.google.com/store/apps/details?id=make.more.r2d2.cellular\\_z](https://play.google.com/store/apps/details?id=make.more.r2d2.cellular_z)
- [6] <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.rootmetrics>
- [7] <https://play.google.com/store/apps/details?id=de.carknue.gmonpro>
- [8] <https://gyokovsolutions.com>
- [9] <https://play.google.com/store/apps/details?id=de.android.telnet>
- [10] <https://play.google.com/store/apps/details?id=cz.mrocis.netmonster>
- [11] [https://play.google.com/store/apps/details?id=ru.v\\_a\\_v.netmonitor](https://play.google.com/store/apps/details?id=ru.v_a_v.netmonitor)
- [12] <https://m2catalyst.com/apps/network-cell-info/features>
- [13] <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.staircase3.opensignal>
- [14] <https://play.google.com/store/apps/details?id=net.sf.rhino.rxmonitor>