

Поиск путей улучшения качества VoIP соединений

А.А. Букатов¹, Д.Ю. Полукаров², Н.Д. Зайцев³, А.М. Сухов²

¹Южный федеральный университет, пр. Стачки, 200/1 корп. 2 к. 213, Ростов-на-Дону, Россия, 344090

²Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королева, Московское шоссе 34А, Самара, Россия, 443086

³Донской государственный технический университет, ул. Ленина 69, Ростов-на-Дону, Россия, 344079

Аннотация. Вопрос повышения качества VoIP соединений имеет первостепенное значение в развитии телекоммуникационных сервисов, так как тенденции последних лет указывают на возрастающую долю мультимедиа-трафика в общем трафике провайдеров. В статье предлагается методика оценки качества VoIP соединений. А также производится сравнительный анализ VoIP-кодеков.

1. Введение

Вопрос повышения качества VoIP соединений имеет первостепенное значение в развитии телекоммуникационных сервисов, так как тенденции последних лет указывают на возрастающую долю мультимедиа-трафика в общем трафике провайдеров. Для повышения качества VoIP соединений необходимо определить критерии оценки качества данных соединений.

В работе [1] производится сравнение существующих методов оценки качества речи при VoIP соединении, а также производится выбор наилучшего по мнению авторов аудиокодека.

В работе рассматриваются следующие виды искажения речевого сигнала:

- задержки поступления речевого потока;
- прерывистость и неразборчивость речи;
- наличие посторонних шумов;
- наличие эхо-сигнала;
- неестественность голоса («механический» голос);
- аномальная (слишком низкая) громкость сигнала.

В работе [2] рассматриваются четыре характеристики сетевого соединения, такие как пропускная способность (bandwidth), задержка (delay), потери (loss) и вариация задержки (jitter). Все характеристики рассматриваются в трёх градациях: хорошая (Good), удовлетворительная (Acceptable), плохая (Poor). Таким образом, соединение характеризуется четвёркой значений в градации G-A-P (Good, Acceptable, Poor).

Данный подход является более общим и формальным, а следовательно более универсальным и подходящим для автоматизации.

Однако, подход реализованный в работе [2] применяется для аудиовизуального трафика (VVVoIP соединение). Представляется целесообразным применить данный подход для VoIP кодеков, рассматриваемых в работе [1].

2. Обзор методов оценки

В работе [1] констатируется, что методы оценки качества речи в системах VoIP подразделяются на субъективные и объективные. Субъективные методы требуют проведения экспертной оценки, поэтому неприемлемы для автоматической оценки.

Объективные методы оценки качества передачи речи могут быть разбиты на методы, оценивающие качество передачи первичных потоков данных, такие, например, как Emodel [3], и методы, оценивающие качество передачи аудио потока. К ним относятся метод PSQM/PSQM+ (Perceptual Speech Quality Measure – воспринимаемая мера качества речи) [4], являющийся его дальнейшим развитием метод PESQ (Perceptual Evaluation of Speech Quality – воспринимаемая оценка качества речи) [5], а также – метод P.563 [6,7].

Результаты сравнительного анализа методов оценки качества речи для систем VoIP приведены в таблице 1 [1].

Таблица 1. Сравнение объективных методов анализа качества передачи речи.

	Emodel	PESQ	P.563
Отсутствие избыточного трафика	да	нет	да
Возможность одностороннего анализа потока данных	да	нет	да
Возможность анализа видов искажений принимаемого речевого потока	нет	да	да

3. Сравнение кодеков и выбор наилучшего

В определённых ситуациях, когда место удаленного подключения является географически очень близким к месту расположения одного из магистральных коммуникационных узлов корпоративной сети VoIP-телефонии, длина сетевого маршрута от точки удаленного подключения VoIP-телефонов к внешней сети до указанного магистрального узла может быть весьма и весьма значительной.

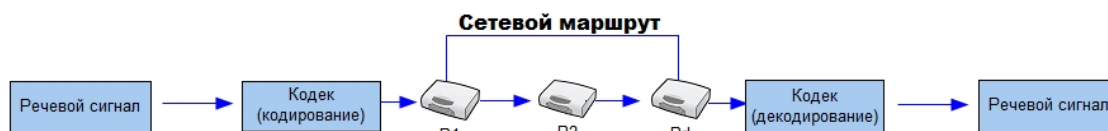


Рисунок 1. Схема передачи оцифрованного речевого сигнала между VoIP-телефонами.

В качестве примера, рассмотрим приведенный на рисунке 2 маршрут от абонентского VoIP телефона, осуществляющего в пределах г. Ростова-на-Дону доступ к корпоративной телекоммуникационной сети Южного федерального университета (ЮФУ) через сеть LTE (мобильной связи 4G) оператора сотовой связи МТС.

Как видно из рисунка 2 этот маршрут можно описать следующей последовательностью городов: Ростов-на-Дону – Москва – С.-Петербург – Хельсинки – Стокгольм – Амстердам – С.-Петербург – Москва – Ростов-на-Дону. Заметим, что более короткий (и уменьшающий общую длину маршрута) обратный маршрут из Амстердама в С.-Петербург обусловлен развитой инфраструктурой международных каналов отраслевой сети системы Минобрнауки РФ RUNNet [8].

Один из наиболее перспективных методов улучшения качества VoIP соединений связан с использованием более эффективных кодеков [9].

Таблица 2. Параметры трассировки.

Параметр	Значение
Задержка, мс	200
Джиттер, мс	76

```

C:\Program Files\Far Manager>tracert www.sfedu.ru

Трассировка маршрута к www.sfedu.r61.net [195.208.245.171]
с максимальным числом прыжков 30:

 1    1 ms    1 ms    1 ms www.huaweimobilewifi.com [192.168.8.1]
 2   48 ms   38 ms   34 ms 198.18.8.1
 3   55 ms   48 ms   46 ms 10.250.245.201
 4   59 ms   54 ms   40 ms 10.249.12.115
 5   52 ms   57 ms   48 ms 10.249.126.253
 6   48 ms   44 ms   40 ms ler-cr01-ae23.100.rnd.stream-internet.net [195.34.38.174]
 7   80 ms   60 ms   74 ms mag9-cr01-be4.61.msk.stream-internet.net [212.188.29.5]
 8   80 ms   76 ms   70 ms oct-cr03-be1.78.spb.stream-internet.net [212.188.2.37]
 9   91 ms   79 ms   99 ms kivi-cr01-ae8.78.hel.stream-internet.net [212.188.54.2]
10   99 ms   80 ms   87 ms bro-cr01-be7.135.stk.stream-internet.net [195.34.50.146]
11  110 ms   99 ms   88 ms se-fre.nordu.net [194.68.128.24]
12  115 ms   94 ms   90 ms fi-csc.nordu.net [109.105.102.57]
13  115 ms   88 ms   94 ms ndn-gw2.runnet.ru [109.105.102.58]
14  123 ms  101 ms  107 ms b57-1-gw.spb.runnet.ru [194.85.40.186]
15  115 ms  107 ms   99 ms m9-3-gw.msk.runnet.ru [194.85.40.229]
16  117 ms  100 ms  117 ms m9-2-gw.msk.runnet.ru [194.85.40.214]
17  133 ms  128 ms  127 ms rsu.rostov-don.runnet.ru [194.190.254.58]
18  125 ms  124 ms  200 ms c1-uginfo-v14.r61.net [195.208.248.141]
19  148 ms  158 ms  158 ms bg1-uginfo-gi0-1-130.r61.net [195.208.248.150]
20  118 ms  121 ms  125 ms c1-uginfo-v1156.r61.net [195.208.248.154]
21  127 ms  124 ms  131 ms www.sfedu.r61.net [195.208.245.171]

Трассировка завершена.

```

Рисунок 2. Пример маршрута доступа с «внешнего» VoIP устройства к корпоративной сети.

Так использование более современного кодека Speex [10] позволяет существенно ослабить требования к пороговым значениям первичных показателей качества передачи данных, требуемых для обеспечения приемлемого качества передачи речи. А именно, при использовании указанного кодека удовлетворительное качество передачи речи обеспечивается даже при задержках величиной до 150 мс, величине джиттера до 15 мс и при потерях до 10% пакетов. Таким образом, по сравнению с рекомендациями ITU-T G.712 [11] пороговое значение допустимой вариации задержек повышается в 1,5 раза, а процент допустимых потерь данных – в 10 раз. [bukatov , buk-mail].

Отметим, что кодек Speex на текущий момент не является наилучшим. На электронном ресурсе, посвященного этому кодеку [10] представлена информация, что кодек Speex превзойден по всем показателям новым свободно распространяемым кодеком Opus [12]. Отметим также, что кодек Opus, разработанный в 2011 году (последняя версия этого кодека вышла в июле 2016 г.), уже стандартизован IETF (Internet Engineering Task Force – Инженерным советом Интернета) как стандарт RFC 6716 [13]. Этот стандарт объединяет технологии таких известных кодеков, как Skype SILK [14] и Xipn.Org CELT [15].

4. Заключение

В результате проделанной работы был произведён сравнительный анализ и развитие методов оценки качества передачи речи в сетях VoIP-телефонии. Также был проведён сравнительный анализ следующих VoIP кодеков: Speex, Opus, Skype SILK и Xipn.Org CELT. Сравнение по критериям: допустимая задержка, допустимые потери и допустимый джиттер (вариация задержки) показало, что кодек Opus лучший. Для развития системы VoIP-телефонии Южного федерального университета был выбран кодек Opus.

5. Литература

- [1] Букатов, А.А. Методы мониторинга и улучшения качества передачи речи для системы корпоративной VoIP-телефонии ЮФУ / А.А. Букатов, Н.Д. Зайцев, А.Н. Березовский //

- Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития. Материалы XXIV научной конференции. – 2017. – С. 47-52.
- [2] Calyam, P. A “GAP-Model” based framework for online VVoIP QoE measurement / P. Calyam // *Journal of Communications and Networks*. – 2007. – Т. 9, № 4. – С. 446-456.
- [3] ITU-T Recommendation G.107: The Emodel, a computational model for use in transmission planning, 2008 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.itu.int/rec/T-REC-G.107> (21.04.2017).
- [4] ITU-T Recommendation P.861: Objective quality measurement of telephone-band (300-3400 Hz) speech codecs, 1996 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.itu.int/rec/T-REC-P.861/en> (21.04.2017).
- [5] ITU-T Recommendation P.862: Perceptual evaluation of speech quality (PESQ): An objective method for end-to-end speech quality assessment of narrow-band telephone networks and speech codecs, 2001 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.itu.int/rec/T-REC-P.862/en> (21.04.2017).
- [6] ITU-T recommendation P.563: Single-ended method for objective speech quality assessment in narrow-band telephony applications, 2004 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.itu.int/rec/T-REC-P.563-200405-I> (21.04.2017).
- [7] Kurittu, A. Validation of ITU-T P.563 single-ended objective speech quality measurement / A. Kurittu // *AES: Journal of the Audio Engineering Society*. – 2006. – Vol. 54(11). – P. 1092-1098.
- [8] Гугель, Ю.В. Развитие международной связности федеральной компьютерной сети RUNNet / Ю.В. Гугель, Ю.Л. Ижванов, Д.В. Куракин // Материалы XVII Всероссийской научно-методической конференции «Телематика'2010», 2010. – С. 273-275.
- [9] Singh, H.P. Real Time Analysis of VoIP System under Pervasive Environment through Spectral Parameters / H.P. Singh, S. Singh, J. Singh // *International Journal of Computer Applications*. – 2011. – Vol. 31(2). – P. 1-8.
- [10] Speex: A Free Codec For Free Speech, 2006 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://speex.org/> (21.04.2017).
- [11] ITU-T Recommendation G.712: Transmission performance characteristics of pulse code modulation channels, 1992 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.712-199209-S/en> (21.04.2017).
- [12] Opus Interactive Audio Codec, 2011 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://opus-codec.org/> (21.04.2017).
- [13] RFC 6716 // 2012 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tools.ietf.org/html/rfc6716> (21.04.2017).
- [14] SILK – Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/SILK> (21.04.2017).
- [15] CELT: новый аудиокодек от xiph.org [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.linux.org.ru/news/opensource/2601080> (21.04.2017).

Searching for ways to improve the quality of VoIP connections

A.A. Bukatov¹, D.Y. Polukarov², N.D. Zaitsev³, A.M. Sukhov²

¹Southern Federal University, pr. Stachki, 200/1 korp.2 k.213, Rostov-on-Don, Russia, 344090

²Samara National Research University, Moskovskoe Shosse 34A, Samara, Russia, 443086

³Don State Technical University, ul. Lenina 69, Rostov-on-Don, Russia, 344079

Abstract. Improving the quality of VoIP connections is very important for telecommunications. The portion of multimedia traffic increases in the total traffic of providers. We offer a methodology for assessing the quality of VoIP connections. Comparative analysis of VoIP codecs is also made.

Keywords: VoIP-telephony, codec, quality of speech transmission.