

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ВИДЕОКОНФЕРЕНЦСВЯЗИ

Кадацкая О.И, Сабурова С.А., Тега Аджаді Айоделе
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
61166 г.Харьков, пр.Науки,14, ХНУРЭ, факультет ИК, E- mail:
d_ts@nure.ua

Abstract. The efficient QoS assessment of VoLTE service is a crucial item for LTE networks operators. Studies' were built on simulation tools ,this study provided detailed methods to calculate the required parameters QoS.

Ключевые слова: 4G, коммутация пакетов, голос, LTE, видео, мультимедийная информация, QoS, параметры, качество

Введение

Для обеспечения гарантированного качества обслуживания (QoS) голосовые вызовы традиционно поддерживались по технологии с коммутацией каналов (CS), где для передачи голосового трафика установлен выделенный канал (или схема). Однако эта схема становится больше недействительной, поскольку мобильная сеть быстро продвигается к Long Term Evolution (LTE), стандарт 4-го поколения (4G), который поддерживает только технологию с коммутацией пакетов (PS). В результате голосовое обслуживание должно мигрировать из CS в PS из-за этого фундаментального, необратимого изменения в сетевой архитектуре LTE. Чтобы облегчить голосовую связь, каждый вызов VoLTE также поддерживает отдельный сеанс сигнализации.

VoLTE (Voice over LTE) обозначается как окончательное голосовое решение для мобильных пользователей 4G LTE. Он пытается перенести традиционную голосовую службу с коммутацией каналов (CS) на коммутационную (PS) с коммутацией пакетов. Каждый вызов VoLTE поддерживает два сеанса связи: один на плоскости данных и другой на плоскости управления. Сеанс контрольной плоскости должен обмениваться сообщениями сигнализации вызова через популярный протокол инициации сеанса (SIP). Сеанс обработки данных обрабатывает доставку голосовых пакетов через Интернет-протокол передачи в реальном времени (RTP), он устанавливается по требованию сеансом контрольной плоскости. Для обеспечения качества вызова, сопоставимого с типичными вызовами CS, используют множественные классы обслуживания (например, гарантированную скорость передачи битов и различные приоритеты), предлагаемые LTE. Оба сигнала и голос VoLTE доставляются через канал данных LTE, который обслуживает обычные службы передачи данных, но им предлагают более высокий приоритет, чем услуги передачи данных. В операции VoLTE задействованы две подсистемы в сетях LTE.

Для оценки параметров качества передачи видео и голосового трафика используется алгоритм, который оценивает параметры качества передачи голоса, качество передачи видео и интегрированное качество передачи мультимедийного трафика. Она описывает вычислительную модель для соединения «точка-точка» при передаче мультимедийного трафика по IP-сетям.

Модель оценки качества мультимедийной информации состоит из функций качественной оценка: видео, голоса, мультимедийной информации. Входные параметры: качество видео и голоса. Потерю качества из-за задержки рассматривают только при измерении качества интеграции видео и речи.

Выходные параметры модели: качество мультимедийного трафика (MMq), качество видео трафика (Vq), качество аудио трафика (Sq).

1. Основные методы расчета, анализа и оценки параметров качества услуг речи

Параметры качества голоса зависят от индекса Q [2]:

$$Q = 93.193 - Idte - Ieff, \quad (1)$$

где: $Idte$ – искажения, вызванные эхом говорящего,

$Ieff$ – искажения, вызванные кодированием речи.

Индекс Q эквивалентен R-фактору E-модели оценки качества голоса [1].

Искажения, вызванные эхом говорящего, определяются как:

$$Idte = \left[\frac{94.769 - Re}{2} + \sqrt{\frac{(94.769 + Re)^2}{4} + 100} - 1 \right] \times (1 - e^{-T_s}), \quad (2)$$

$$Re = 80 + 2.5 \times (TERV - 14), \quad (3)$$

$$TERV = TELR - 40 \times \log \frac{1 + \frac{T_s}{10}}{1 + \frac{T_s}{150}} + 6 \times e^{-0.3 \times T_s^2}. \quad (4)$$

В вышеприведенной формуле $TELR$ характеризует уровень громкости эха говорящего, а T_s – сквозную задержку речевых данных.

Искажения, вызванные кодированием голоса определяются как:

$$Ieff = Ie_s + (95 - Ie_s) \times \frac{Ppl_s}{Ppl_s + Bpl_s}, \quad (5)$$

где:

Ie_s – искажения, вносимые речевым кодеком,

Ppl_s – уровень потери пакетов,

Bpl_s – устойчивость к потере речевых пакетов.

Качество голоса Sq определяется как функция качественного индекса Q :

$$\begin{aligned} \text{Для } Q < 0: & \quad S_q = 1, \\ \text{Для } 0 < Q < 100 & \quad S_q = 1 + 0.035 \times Q + Q \times (Q - 60) \times (100 - Q) \times 7 \times 10^{-6}, \quad (6) \\ \text{Для } Q > 100 & \quad S_q = 4.5. \end{aligned}$$

2. Основные методы расчета, анализа и оценки параметров качества услуг видео

Параметр качества видео V_q рассчитывается по формуле:

$$V_q = 1 + I_{coding} \times \exp\left(-\frac{P_{plv}}{D_{Pplv}}\right), \quad (7)$$

где I_{coding} – качество видео, подверженное искажению кодирования, со скоростью передачи информации (B_{rv} [кбит/сек]), частотой кадров в секунду (F_{rv} [fps]) и коэффициентом устойчивости к потере пакетов D_{Pplv} , выражает вероятность потери пакетов (P_{plv} [%]).

Качество видео, подверженное искажению кодирования, выражено как:

$$I_{coding} = I_{ofr} \times \exp \left\{ - \frac{(\ln(F_{rv}) - \ln(O_{fr}))^2}{2 \times D_{FrV}} \right\}, \quad (8)$$

где: I_{ofr} – максимальное качество видео для выбранной скорости передачи (B_{rv}),

F_{rv} – частота кадров в секунду,

D_{FrV} – показатель устойчивости качества видео к уменьшению частоты кадров в секунду,

O_{fr} – оптимальная частота кадров

3. Основные методы расчета, анализа и оценки параметров качества интеграции услуг мультимедийных данных

Качество интеграции мультимедиа MM_q зависит от качества речевого трафика S_q , качества видео трафика V_q , задержки речевого трафика T_s , и задержки видео трафика T_v . Рассчитывается MM_q как

$$MM_q = m_1 MM_{sv} + m_2 MM_T + m_3 MM_{sv} \times MM_T + m_4, \quad (9)$$

где MM_{sv} – качество интегрированных мультимедийных данных, MM_T – усредненная задержка мультимедийного трафика, коэффициенты m_1, m_2, \dots, m_4 зависят от размера дисплея. MM_q может принимать значения от 1 до 5 и характеризуется как оценка MOS для интегрированного мультимедийного трафика.

Качество интегрированных мультимедийных данных представлено выражением:

$$MM_{sv} = m_5 S_q + m_6 S_q + m_7 S_q V_q + m_8. \quad (10)$$

Коэффициенты m_5, m_6, \dots, m_8 зависят от размера дисплея. MM_{sv} может принимать значения от 1 до 5.

Усредненная задержка мультимедийного трафика выражается как:

$$MM_T = \max \{AD + MS, 1\}, \quad (11)$$

AD характеризует абсолютную задержку мультимедийного трафика, а MS характеризует синхронизацию аудио и видео потоков.

Проведение эксперимента и оценка результатов

Построена модель сети с коммутацией пакетов в режиме «точка-точка» для оценки качества передачи речи и видео) и при интеграции мультимедийных данных. Используются программные пакеты генерирования (IxChariot) и мониторинга (Wireshark) на ПК. Выбраны речевой кодек G.729 и видеокодек MPEG-4 с разрешением QVGA (320x240). Используются рекомендации ITU-T G.1070 для выбора величин с постоянными и переменными значениями (таблица 1), допустимые значения для данной модели.

Таблица 1. Величины, применяемые для оценки качества речи и видео

Величина	Обозначение	Используемые значения	Диапазон значений	Единицы измерения
Bpl_s	Устойчивость к потере речевых пакетов	1, 10, 40	1...40	-
Ppl_s	Вероятность потери речевых пакетов	0, 5, 15, 30	0...30	%
T_s	Задержка речевых данных	50, 150, 400	0...500	мс

Четвертая международная научно-техническая конференция
Проблемы электромагнитной совместимости перспективных беспроводных сетей
связи

Ie_S	Искажения, вносимые речевым кодеком	10	0...50	-
P_{pl_V}	Вероятность потери видео пакетов	0, 5, 15, 30	0...30	%
F_{r_V}	Частота кадров в секунду	5, 10, 20, 30	-	кадр/с
B_{r_V}	Скорость передачи видео	1, 2, 10	-	Мбит/с
T_V	Задержка видео данных	50, 150, 400	0...500	мс

Параметр искажений, вносимых речевым кодеком, взят из рекомендации ITU-T G.107 как эталонный для исследуемого кодека G.729. Используются эталонные значения коэффициентов для оценки качества видео и интегрированного мультимедийного трафика (табл.2).

Данные эталонные коэффициенты рассчитаны и применимы только к модели, в которой используется кодек MPEG-4 для сжатия видео с разрешением QVGA (320x240), интервалом в 1 с между ключевыми кадрами и размеров видео дисплея 4.2 дюйма. Оценка качества речи, видео и интеграции мультимедиа сводятся к оценке MOS по шкале от 1 до 5. В таблице 3 показаны выборочные результаты расчета MOS при изменении входных параметров исследуемой модели.

Таблица 2. Эталонные коэффициенты модели оценки качества ITU-T G.1070

Коэффициенты для видео	Значения	Коэффициенты для мультимедиа	Значения
$v1$	1.431	$m1$	-0.4457
$v2$	0.02228	$m2$	-0.6638
$v3$	3.759	$m3$	0.4042
$v4$	184.1	$m4$	2.321
$v5$	1.161	$m5$	-0.3255
$v6$	1.446	$m6$	0.3309
$v7$	$0.388 \cdot 10^{-3}$	$m7$	0.1494
$v8$	2.116	$m8$	0.5457
$v9$	467.4	$m9$	$-0.3235 \cdot 10^{-3}$
$v10$	2.736	$m10$	3.915
$v11$	15.28	$m11$	$-0.1377 \cdot 10^{-2}$
$v12$	4.17	$m12$	0
-	-	$m13$	$-0.1095 \cdot 10^{-2}$
-	-	$m14$	0

Существует небольшая погрешность модели при практически идеальных условиях для передачи мультимедиа (максимальная экспериментальная оценка MOS для интегрированного мультимедиа потока составила 3.6 при отсутствии потери пакетов, высокой скорости передачи видео трафика и малой задержке). Установлено, что качество речи при равной задержке и потере пакетов получает меньшую оценку MOS.

Таблица 3. Выборочные результаты расчетов оценок MOS при изменении входных параметров исследуемой модели

№	B_{pl_S}	P_{pl_S} %	T_S мс	P_{pl_V} %	F_{r_V} кадр/с	B_{r_V} Мбит/с	T_V мс	MOS для речи	MOS для видео	MOS для мультимедиа
1	1	30	400	30	5	1	400	2.984	3.157	1.985
2	1	15	150	30	10	1	400	3.564	3.699	2.483

3	10	5	150	15	10	2	150	4.022	3.655	2.687
4	10	5	50	5	20	2	150	4.088	4.239	3.257
5	40	0	50	0	30	10	50	4.103	4.467	3.594

При моделировании трафика исследованы потоки RTP и RTCP пакетов, а также построены графики зависимости оценки MOS от времени (рис.1) при различных параметрах сети. Поскольку параметры сети постоянно меняются, оценка MOS в разные промежутки времени также неоднозначна. Для графика зависимости оценки MOS от времени были установлены следующие параметры сети (рис.1): доля потерь речевых пакетов (15 %); задержка речевых пакетов (150 мс); доля потерь видео пакетов (30 %); частота кадров в секунду (10); задержка видео пакетов (400 мс).

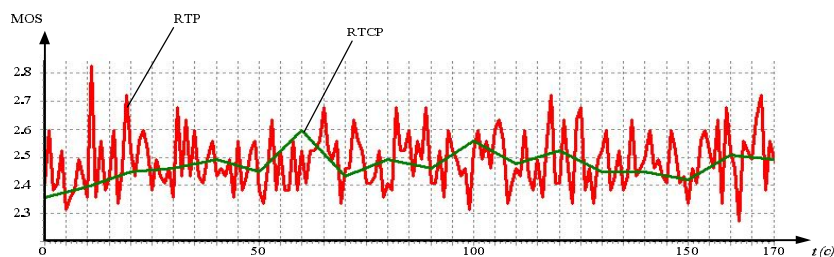


Рисунок 1. Зависимость оценки MOS от времени при существенных искажениях в сети

Выводы

Представлена методика расчета, анализ и оценка качества мультимедиа для соединения «точка - точка» в соответствии со спецификацией G.1070. Построен график зависимости оценки MOS от времени (рис.1) при различных параметрах сети.

Анализ и оценка полученных результаты показали, что нормативы MOS при соответствующем обеспечении качества интеграции мультимедиа значительно меньше оценки MOS качества услуг в отдельности: речи или видео. Из графиков видно, что при возникновении существенных искажений в сети (средней задержки более 150 мс и средней потери пакетов более 20%) необходимо при оценке качества речи по рассмотренной ранее E-модели переделить реальный класс обслуживания и при необходимости решать задачи последующего повышения классов обслуживания.