DOI: 10.17117/na.2016.10.03.038

<http://ucom.ru/doc/na.2016.10.03.038.pdf>

Поступила (Received): 17.10.2016

Атаярова Р.А. Оценка качества речи передаваемой по каналу связи

Ataiarova R.A. Evaluation of speech quality transmitted by the communication channel

В статье рассматриваются некоторые свойства речевых сигналов и особенностей их восприятия человеком, объективные и субъективные способы оценки качества этих сигналов. Используя программную модель системы стандарта GSM900/1800, будут оценены качество передаваемой речи при помощи автоматической процедуры оценки качества речи PESQ

Ключевые слова: помехи, СПС, воспринятая оценка качества речи

This article discusses some of the properties of speech signals and the characteristics of their human perception, objective and subjective methods for evaluating the quality of these signals. Using the programming model system GSM900/1800 standard, the quality of speech will be evaluated by an automatic speech quality assessment procedures PESQ

Key words: interference, GSM, perceptual evaluation of speech quality

Атаярова Роза Акжигитовна

Студент

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана
г. Москва, ул. 2-я Бауманская, 5

Ataiarova Roza Akzhigitovna

Student

Moscow state technical university N.E. Bauman
Moscow, Baumanskaya 2-ya st., 5

Научный руководитель:
к.т.н, доц. Дядюнов А.Н.

В большинстве исследований помехозащищенности радиосвязи обычно за критерий помехозащищенности принимается величина отношения интегральных значений сигнала и помехи на выходе приемного устройства либо значение вероятности ошибки в канале на символ (для цифровых каналов связи). Такая величина может служить достаточным критерием для высококачественных трактов вещания или для трактов, в которых конечным приемником являются тот или иной прибор, реагирующий на разность интегральных значений сигнала и помехи. Для телефонных трактов такая оценка не может являться достаточной. Особенно существенно это в тех случаях, когда требуются определение «пороговых» соотношений сигнал/помеха, необходимых для достаточно точного определения реальной дальности действия и т.п., которые являются важными характеристиками системы сотовой связи. При решении подобных вопросов особенно ощущается недостаточность исследования

помехозащищенности канала связи, объяснимая тем, что затруднительно определить связь между величиной отношения сигнал/помеха и разборчивостью речи, тем более, что в качестве сигнала обычно применяется кодированный сигнал, значительно отличающийся от речевых сигналов.

В настоящее время для потребителя голосовой услуги основным критерием оценки качества телефонного тракта служит величина разборчивости речи. Разборчивость речи не является единственным критерием оценки качества телефонной связи, но для большинства случаев считается достаточным.

Важнейшей задачей данной статьи является определение зависимости разборчивости речи (артикуляции) согласно ГОСТ Р50840-95. Так как проведение подобных измерений в реальной сети громоздко и неудобно, то для исследования применялась программная модель речевого канала системы сотовой телефонной связи стандарта GSM-900/1800 [1]. Эта модель позволяет воспроизводить условия работы речевого канала системы сотовой телефонной связи стандарта GSM-900/1800 при различных ошибках в канале связи. Также, модель позволяет включать/отключать используемые в стандарте GSM-900/1800 процедуры кодирования и перемежения, что позволило определить не только помехозащищенность телефонного канала в целом, но и помехоустойчивость каждой процедуры кодирования и перемежения.

Методы оценки качества речи

Методы оценки качества системы передачи звукового сигнала в основном определяются назначением этой системы (речь, музыка и т.п.). Общей чертой для этих систем является то, что все они в конечном итоге приходят к системе слухового восприятия человека. При передаче по каналам связи речь рассматривается как случайный процесс, характеристики которого определяют параметры передаваемого сигнала (динамический диапазон, полосу, отношение сигнал/шум). Все эти параметры поддаются измерению и могут быть точно определены. Однако, учитывая, что с другой стороны речевой сигнал воспринимается человеком, следует отметить, что с точки зрения человека речевой сигнал оценивается субъективно, подчиняясь законам психофизиологии слуха. Таким образом мы получаем следующую картину: качество речевого сигнала объективно оценивается рядом показателей, которые никогда не смогут полноценно заменить систему восприятия звука человеком. Не учитывая нюансы непосредственно передачи речевого сигнала, можно сказать, что объективная оценка качества речи должна коррелировать с субъективной оценкой.

Качество кодека может оцениваться двумя критериями:

1. Сохранение объективного качества

Определение искажений с помощью аппаратных средств.

2. Сохранение субъективного качества

Определение заметности искажений путём субъективно-статистических испытаний.

Оценка PESQ

Метод объективной оценки качества PESQ (Perceptual Evaluation of Speech – воспринятая оценка качества речи), был разработан МСЭ-Т как рекомендация Р.862 после тестирования нескольких различных объективных методов оценки качества был принят в 2001 году как стандарт измерения качества речи.

Данный алгоритм представляет собой объективную методику определения качества речевой связи в телефонных системах, которая прогнозирует результаты субъективной оценки качества этого вида связи слушателями-экспертами. Для определения качества передачи речи в PESQ предусмотрено сравнение входного, или эталонного, сигнала с его искаженной версией на выходе системы связи. Этот процесс схематично показан на рисунке:

Рис. 1. Оценка PESQ

Результатом сравнения входного и выходного сигналов является оценка качества связи, которая аналогична усредненной субъективной оценке MOS(Mean Opinion Score), определяемой группой слушателей-экспертов согласно спецификации МСЭ-Т Р.800. Оценки PESQ калибруются с использованием огромной базы данных оценок MOS [2].

В алгоритме PESQ учитываются следующие причины ухудшения качества сигнала: искажение его при кодировании, ошибки при передаче, потеря пакетов, время задержки передачи пакетов и флуктуация этого времени, фильтрация сигнала в аналоговых сетевых компонентах.

Рис. 2. Процесс обработки сигналов в PESQ

1. Выравнивание по уровню

Для корректного сравнения входного и выходного речевых сигналов их уровень мощности нужно выравнивать. Это необходимо, поскольку входной сигнал не может быть какого-либо определенного уровня, и коэффициент усиления тестируемой системы неизвестен до проведения испытаний. В PESQ принято, что уровень прослушиваемого сигнала постоянен и равен 79 дБ звукового давления в точке ERP (Ear Reference Point) [МСЭ-Т Р.830, раздел 8.1.2]. Для доведения до указанного уровня усиливаются оба сигнала – входной и выходной [3].

2. Входное фильтрование

Аналоговые соединения часто в той или иной степени фильтруют передаваемые по ним сигналы. Например, передающая часть телефонной трубки обычно фильтрует речевой сигнал, имея амплитудно-частотную характеристику (АЧХ), которая похожа на стандартную АЧХ Modified IRS (Intermediate Reference System) send [МСЭ-Т Р.830]. Как правило, это допустимо, поскольку такого рода обработка сигнала оказывает меньшее влияние на качество связи, чем искажения сигнала, возникающие при его кодировании.

3. Выравнивание по времени

В системе связи может иметь место переменная задержка передачи сигналов. Чтобы корректно сравнивать входной и выходной сигналы, они должны быть выравнены относительно друг друга по времени. В PESQ моделируется прослушивание сигнала, а информации о времени задержки последнего в сети в нем нет. Для идентификации речевых частей сигнала и отбрасывания шума в PESQ выявляется голос.

4. Слуховое преобразование

Сравнению входного и выходного сигналов предшествует их слуховое преобразование, которое имитирует определенные особенности человеческого слуха.

Алгоритм PESQ оценивает качество речи по стандартизированной в телекоммуникационной отрасли пятибалльной шкале – от 1 до 5 [МСЭ-Т Р.800]. Однако оценка PESQ не превышает 4,5, поскольку обычно это максимальный показатель, получаемый путем субъективного тестирования MOS. Оценка PESQ характеризует восприятие пользователями качества связи. Высшая оценка, равная 4,5, означает, что алгоритм не выявил никаких искажений.

Произведем эксперимент для определения зависимости между значением PESQ и значением вероятности ошибки в канале.

Тестовые данные:

бал	вор	бур	док	ром
-----	-----	-----	-----	-----

Создаем звуковые файлы формата *.wav для каждого слова. Используя программную модель системы GSM 900/1800 получаем звуковые файлы *.wv2 для каждого тестового слова. Устанавливаем значение вероятности ошибок от 0 до 10%.

Полученные результаты обрабатываем в программной модели PESQ.

Рис. 3. График зависимости оценки PESQ от вероятности ошибки в канале

Выводы

В статье были произведены эксперименты по оценке качества речи в канале GSM с использованием алгоритма PESQ. Были записаны фразы, которые в последствии были преобразованы в формат, использующийся при передаче GSM и были использованы программные средства, реализующие алгоритм PESQ.

Результаты экспериментов подтвердили, что при увеличении вероятности ошибки в канале оценка PESQ уменьшается. Соответственно при увеличении ошибок в канале человеку будет сложнее понять то, что говорит ему собеседник.

Зависимость оценки PESQ от вероятности ошибки монотонно на выбранном наборе данных.

Список используемых источников:

1. Дядюнов А.Н. Информационные технологии. Ч. 1. М.: Изд.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. 80 с.
2. Сергеев В.С., Барин В.В. Сжатие данных, речи, звука и изображений в телекоммуникационных системах. 2009.
3. Рихтер С.Г. Кодирование и передача речи в цифровых системах подвижной связи. 2009.
4. МСЭ-Т Р.800.

© 2016, Атаярова Р.А.

Оценка качества речи передаваемой по каналу связи

© 2016, Ataiarova R.A.

Evaluation of speech quality transmitted by the communication channel