

## ПОИСКОВЫЙ АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРАМИ КОДИРОВАНИЯ РЕЧИ В СИСТЕМАХ IP-ТЕЛЕФОНИИ

Иманкулов Р.А.  
УГТУ-УПИ  
Екатеринбург, Россия

Сети IP-телефонии относятся к сетям с коммутацией пакетов, к которым неприменимы методы оценки и обеспечения качества речевого сигнала, используемые в сетях традиционной телефонии. Одним из способов вариантов решения задачи улучшения качества является вариант с использованием методов адаптивного управления. Приведено исследование возможностей улучшения качества речевого сигнала за счет использования адаптивных алгоритмов на каналах связи с ограниченной полосой и случайными потерями. Исследования проводились на системе IP-телефонии с использованием кодека Speex [1]. Полученные результаты могут быть применены и для других типов каналов и кодеков. Для оценки качества речи на основании измерения параметров канала были использованы основанные на E-модели [2] алгоритмы, адаптированные для применения в сетях с коммутацией пакетов [3].

В рамках существующих протоколов в сетях IP-телефонии существует возможность управления следующими параметрами кодирующего устройства: коэффициентом пакетизации, режимом дублирования и режимом работы кодека. Коэффициент пакетизации  $P$  определяет количество кадров кодера в одном пакете RTP. Режим дублирования  $R$  обеспечивает двукратную передачу каждого речевого фрагмента по каналу связи: в первый раз это происходит в момент формирования, и во второй раз — с небольшой задержкой. На некоторых каналах связи такой подход позволяет снизить среднее количество потерь, и уменьшить корреляцию между потерями. Режим работы  $S$  кодека Speex определяет степень сжатия речевого сигнала.

Разработанный алгоритм имеет два режима работы — режим поиска и режим наблюдения. Работая в режиме поиска, алгоритм исследует канал и подбирает оптимальные значения кодирования. В основу адаптации был положен алгоритм покоординатного спуска. Из начального состояния кодека, характеризуемого тройкой параметров  $(P_0, R_0, S_0)$ , производится поочередный поиск максимума R-фактора вдоль направления осей  $P$ ,  $R$  и  $S$ . Найденный таким образом режим  $(P_1, R_1, S_1)$  считается оптимальным для данного канала, оптимальное значение качества  $Q_{opt}$  фиксируется, и алгоритм переходит в следующий режим. В режиме наблюдения производится мониторинг качества  $Q$  и в каждый момент времени вычисляется  $\Delta Q = |Q - Q_{opt}|$ . При превышении значением  $\Delta Q$  определенного порога выполняется переход в режим поиска, на этот раз подстройка режима кодирования выполняется из ранее найденной точки оптимума  $(P_1, R_1, S_1)$ .

Были поставлены эксперименты, цель которых заключалась в оценке улучшения качества речевого сигнала за счет использования адаптации. Выходное качество определялось алгоритмом PESQ [4]. Оценка предельных возможностей адаптации производилась многократной передачей фиксированного звукового файла, закодированного с использованием всех возможных комбинаций параметров кодера и способа передачи сигнала. Изучалось поведение системы в диапазоне полос от 1000 до 7200 байт/с и потерь от 0 до 20%. Для иллюстрации поведения системы адаптации приведены данные для 6% потерь.

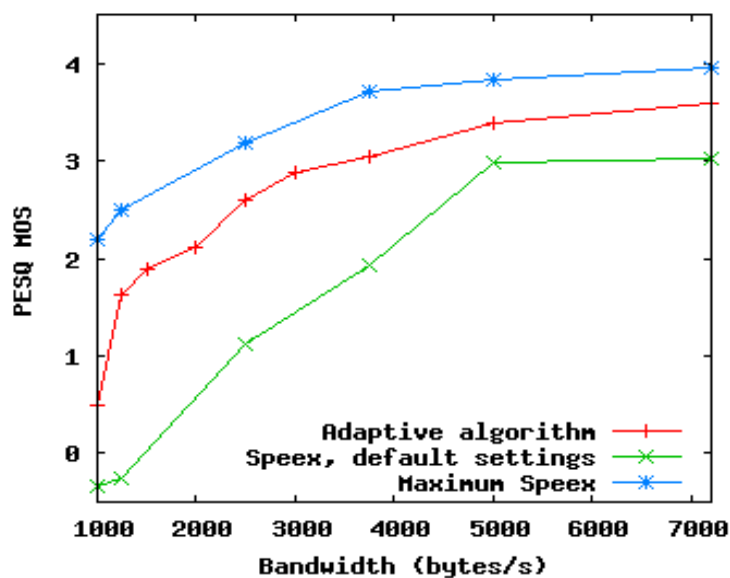


Рис. 1. Экспериментальная оценка качества речи

Из приведенных результатов видно, что использование адаптивного алгоритма при 6% потерь обеспечивает приемлемое качество речевого сигнала в полосе от 2000 байт/с (красная линия на графике). В то же время использование кодирования с параметрами по умолчанию обеспечивает в данных условиях приемлемое качество, начиная с полосы 3800 байт/с и выше (зеленая линия на графике). Полученные результаты свидетельствуют о том, что реализованный адаптивный алгоритм на ряде каналов позволяет весьма существенно повысить качество восстановленного речевого сигнала, его применение может быть оправдано в системах IP-телефонии, работающих на некачественных или узкополосных каналах.

1. Valin, J.M. The Speex Codec Manual [Electronic resource] // Speex documentation.— 2008.— Mode of access: <http://www.speex.org/docs/>, 31.07.2008.
2. G.107. ITU-T Recommendation G.107 E-модель [Text] / ITU-T.— Geneva : ITU-T, 1996.— 29 p.
3. G.108. ITU-T Recommendation G.108: Application of the E-model: A planning guide [Text] / ITU-T.— Geneva : ITU-T, 1999.— 142 p.
4. P.862. ITU-T Recommendation P.862 Perceptual evaluation of speech quality (PESQ) [Text] / ITU-T.— Geneva: ITU-T, 2001.— 21 p.

---

Работа представлена на заочную электронную научную конференцию «Информационно-телекоммуникационные технологии и электроника», 15-20 марта 2008 г. Поступила в редакцию 23.09.2008.