

УДК 004.89, 004.93

ТРЕМОР ЧАСТОТЫ ОСНОВНОГО ТОНА КАК ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГОЛОСОВЫХ СИГНАЛОВ ДИКТОРА

К. т. н. В. И. Соловьев¹, д. т. н. О. В. Рыбальский²

¹Восточнoукраинский национальный университет им. В. Даля, г. Северодонецк;

¹Национальная академия внутренних дел, г. Киев

Украина

mettilyd@mail.ru; rybalsky_ol@mail.ru

Рассмотрены колебания частоты основного тона речи. Показано, что быстрые колебания частоты основного тона (тремор частоты основного тона) обладают индивидуальностью характеристик, и пригодны для применения в качестве идентификационного признака при идентификации личности по физическим параметрам сигналов речи. Предложен метод выделения тремора частоты основного тона из сигналов речи.

Ключевые слова: идентификация личности по голосу, частота основного тона, теория каркасов, вейвлет-преобразование, идентификационный признак.

Современные системы, с помощью которых проводят технические экспертные идентификационные исследования личности по параметрам голоса диктора, основаны на выделении и измерении частоты основного тона (ЧОТ), спектральных переходов (СП), возникающих между фонемами произносимых звуков, и целый ряд других дополнительных параметров. Их использование, вероятно, определяется математическими моделями, физический смысл которых весьма слабо отражает реальные процессы генерации и восприятия речевой информации человеком [1]. Это связано с тем, что математический аппарат, используемый в таких моделях, не обладает достаточной разрешающей способностью для выделения и исследования тонкой структуры речевых сигналов. Но мы полагаем, что именно в тонкой структуре этих сигналов кроются отличия, позволяющие найти новые идентификационные признаки, позволяющие существенно повысить достоверность идентификационных исследований личности по характеристикам голоса. Вместе с тем в [2] показано, что точность таких преобразований может быть значительно повышена, что обеспечивается применением специальных методов обработки, основанной на теории каркасов [3].

Цель работы – показать результаты исследований тонкой структуры сигналов, полученных путем применения программных средств, построенных с использованием положений теории каркасов.

Проводя идентификацию личности по голосу эксперт, как правило, выделяет гласные форманты из речи, а из гласных формант – ЧОТ. При этом для сравнительных исследований ЧОТ используются программы, применяющие сонограммы, где ЧОТ на отдельных участках выделяется в виде жирных извилистых линий, расположение которых по оси Y определяется частотой сигналов (см. рис. 1). Эта частота может повышаться или понижаться на рассматриваемом участке речи. Поэтому эксперт определяет диапазон изменения ЧОТ на рассматриваемом участке речи (форманте) и сравнивает с диапазоном изменения ЧОТ для аналогичной форманты из образцовой фонограммы. Но при этом никогда в экспертизе не пытались применить индивидуальные по своей физической природе изменения диапазона частот и извилистости ЧОТ в исследуемых фонемах.

В медицинской терминологии уже давно используют дефиниции «Тремор частоты основного тона» и «Тремор голоса», определяемые индивидуальными характеристиками строения диафрагмы, легких и гортани человека. Мы полагаем, что извилистость ЧОТ на сонограммах – не что иное, как быстрые незначительные изменения ЧОТ, обусловленные «тремором частоты основного тона», а медленные изменения ЧОТ – колебания, обусловлены «тремором голоса».

Исходя из индивидуальности строения отдельных частей и всего человеческого тела, мы предположили, что физические характеристики быстрых колебаний ЧОТ должны носить индивидуальный характер и характеризовать индивидуальные особенности голоса. Но аппарат кратковременного (оконно-

го) преобразования Фурье не мог обеспечить необходимую точность результатов, чем, видимо, и поясняется тот факт, что никто из экспертов-фоноскопистов не обращал внимания на индивидуальность характеристик тремора ЧОТ (ТЧОТ). Следовательно, для их выделения и последующей разработки методики экспертного исследования требовался новый математический подход к решению поставленной задачи. Такой подход был обеспечен применением теории каркасов совместно с теорией вейвлетов.

В результате была разработана программа, позволяющая выделить ТЧОТ, а вопрос сравнения выделенных колебаний уже не вызывал особых затруднений. На рис. 2 показан выделенный сигнал ТЧОТ.

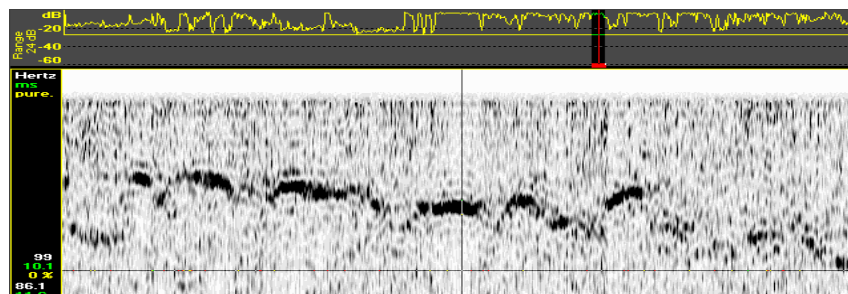


Рис. 1. Сонограмма исследуемой форманты, выделенной при проведении экспертизы речи

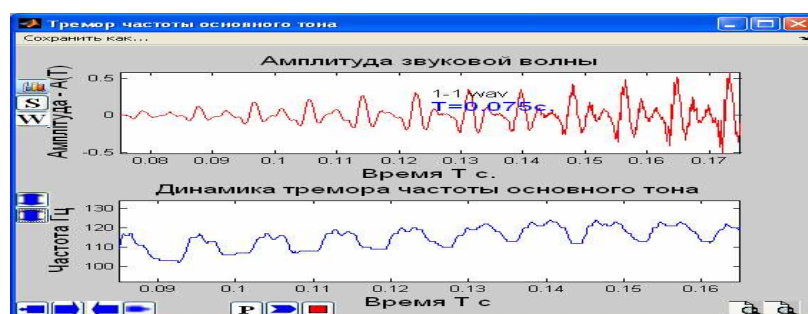


Рис. 2. Выделение из звуковой волны фонемы тремора основного тона

В настоящее время авторами разработана первая версия программы и методики для идентификации личности по физическим параметрам ТЧОТ.

Применение теории каркасов совместно с теорией вейвлет-преобразований обеспечило выявление нового идентификационного признака для идентификации личности по физическим параметрам сигналов устной речи. Таким признаком является тремор частоты основного тона.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Соловьев В. И., Рыбальский О. В. Разработка и исследования пригодности экспертного инструментария «Фрактал-М» для идентификации диктора по параметрам голосовых сигналов // Реєстрація, зберігання і обробка даних.– 2014.– Т. 16.– № 1.– С. 79 – 87.
2. Малла С. Вэйвлеты в обработке сигналов.– Москва: Мир, 2005.
3. Рыбальский О. В., Соловьев В. И., Железняк В. К. Спектральный анализ и современные речевые технологии // Вестник Полоцкого государственного университета. – № 1, 2014. – С. 2 – 6.

O. V. Rybalsky, V. I. Solovyov

Tremor of the pitch frequency as individual characteristic of speaker's voice signals.

Oscillations of the pitch frequency of speech are considered. It is shown that rapid vibrations of the frequency of the basic tone (pitch frequency tremor) have individual characteristics and can be used as an identification tag for personality identification by the physical parameters of speech signals. The method of allocating pitch frequency tremor of speech signals is offered.

Keywords: *personality identification by voice, pitch frequency, theory of frameworks, wavelet transformation, identification tag.*