

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ПАТОЛОГИЙ ГОЛОСОВОГО ТРАКТА ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ ПЛАТФОРМ

А. М. Сорока, И. Э. Хейдоров, М. Н. Лахвич

ВВЕДЕНИЕ

Звуковой сигнал является одним из средств взаимодействия человека с окружающей средой и людей между собой. Процесс генерации речевого сигнала начинается с преобразования абстрактного сообщения в мозге человека в последовательность нервных импульсов, под воздействием которых происходит изменение физических параметров голосового тракта человека, что в свою очередь ведет к образованию различных звуков при прохождении через голосовой тракт потока воздуха. Наибольший интерес для анализа представляют звуки вокализованной группы, к которым относятся все гласные фонемы, а также сонорные звуки. Процесс образования таких звуков связан с периодическим напряжением и расслаблением голосовых связок, в результате которого возникает квазипериодическая последовательность импульсов потока воздуха, возбуждающая голосовой тракт человека. Так же изменения параметров голосового тракта могут быть вызваны объективными факторами, которые свидетельствуют о наличии тех или иных заболеваний у диктора, например, органическими образованиями в гортани или функциональным состоянием голосовых связок, в результате чего происходит изменение основных характеристик речевого сигнала.

МЕТОДИКА

Метод данной статьи фокусируется на классификации патологий с использованием функции мел-частотных кепстральных коэффициентов (МЧКК). В результате, полученный вектор признаков используются для обучения многослойной искусственной нейронные сети (ИНС), и метода, основанного на опорных векторах (МОВ). Общий алгоритм системы классификации проиллюстрирован на рисунке 1.

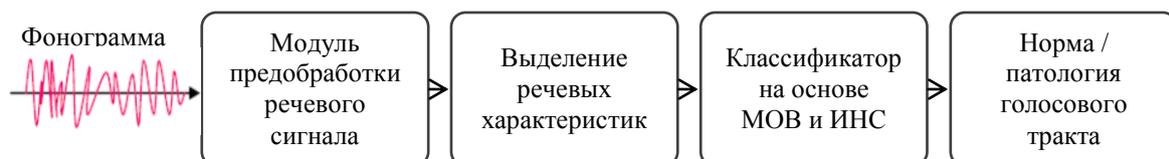


Рис. 1. Система обнаружения патологий голосового тракта

МЕТОД ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПРИЗНАКОВ

Одним из первых шагов извлечения признаков, является подсистема предварительной обработки сигнала, включающая в себя: ввод речевого сигнала, выделение границ, сегментация с перекрытием [1].

Для выделения границ речевого сигнала, содержащих только речь, воспользуемся методом, основанным на гауссовым распределении:

$$p(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right), \quad (1)$$

Для получения акустических характеристик речевого сигнала, используется широко известная функция мел-частотных кепстральных коэффициентов [2]. С помощью данных коэффициентов более тщательно анализируется информация, получаемая из низкочастотного диапазона, а влияние высокочастотных составляющих, обычно содержащих посторонний шум, на результат распознавания уменьшается.

$$y_t(k) = \sum_{m=1}^M \log(Y_t(m)) \cos\left(k\left(m - \frac{1}{2}\right) \frac{\pi}{M}\right), \quad (2)$$

где $y_t(k)$ – полученные мел-частотные кепстральные коэффициенты, k – число мел-коэффициентов, $Y_t(m)$ – набор мел-коэффициентов.

Дополним вектор признаков временными изменениями. Для этого, помимо самих кепстральных коэффициентов добавляются их первые и вторые производные (дельта и дельта-дельта характеристики):

$$d(t) = \frac{c(t+1) - c(t-1)}{2}, \quad (3)$$

МЕТОД ОПОРНЫХ ВЕКТОРОВ

Метод опорных векторов принадлежит к семейству линейных классификаторов, применяется для решения задач двухклассовой классификации и воплощает в себе принцип минимизации структурного риска [3].

В соответствии с данным методом классифицируемые объекты представляются в виде векторов в некотором пространстве признаков X , значения целевой зависимости y^* : $X \rightarrow Y$, $Y = \{+1, -1\}$ известны только на объектах обучающей выборки $X_1 = \{(x_i, y_i)\}$, $y_i = y^*(x_i)$, $i=1..l$. Требуется построить алгоритм $a: X \rightarrow Y$, аппроксимирующий целевую зависимость на всем пространстве X . Для классификации необходимо построение такой разделяющей гиперплоскости, в этом пространстве, чтобы расстояние от нее до ближайшей точки было максимальным, рисунок 2 (б).

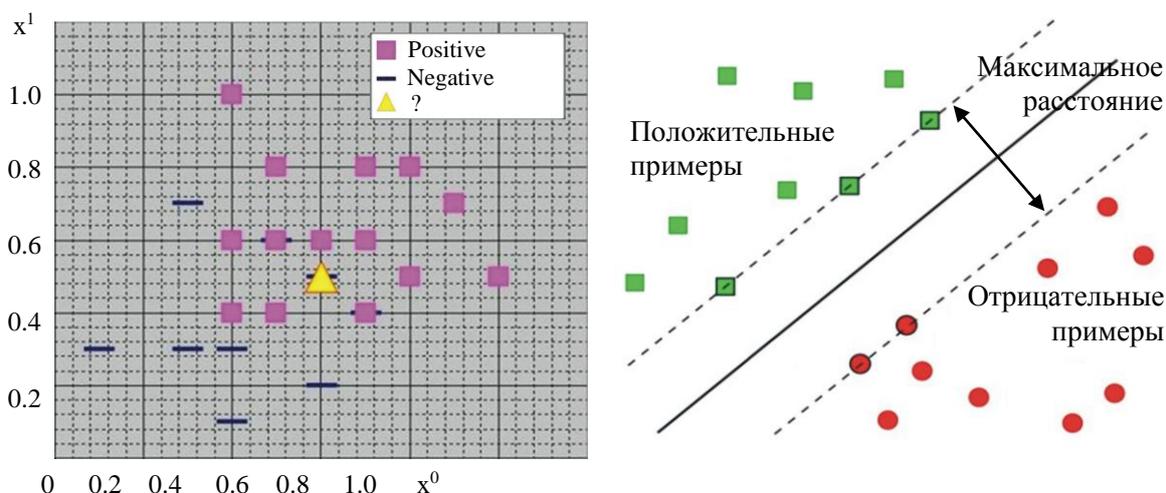


Рис. 2. Принцип работы классификаторов МОВ и многослойной ИНС:
a – метод на основе многослойной искусственной нейронной сети; *б* – метод опорных векторов для линейно-разделимого множества элементов

Эффективность метода классификации на основе МОВ сильно зависит от вида функции ядра. В данной работе используется гауссово ядро:

$$k(x, y) = \exp\left(-\frac{\|x - y\|^2}{2\sigma^2}\right), \quad (4)$$

МЕТОД НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

После обработки звуковых данных получен массив сегментов сигналов. Каждый сегмент соответствует набору МЧКК. Реализованный алгоритм многослойной ИНС [4], основан на радиальной базисной функции Гауса, как функции активации, и метода обратного распространения ошибки [5]. Принцип работы многослойной ИНС проиллюстрирован на рисунке 2 (а). Наиболее часто в качестве активационной функции используется так называемый сигмоид, который имеет следующий вид:

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-\alpha x}}, \quad (5)$$

где α – параметр наклона сигмоидальной функции.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Для определения характеристик предложенного алгоритма обнаружения патологий голосового тракта проведено экспериментальное исследование. В качестве обучающих данных использовалась база речевых сигналов, подготовленная на кафедре радиофизики и медиатехнологий

совместно со специалистами Республиканского центра патологий слуха, голоса и речи. В процессе записи пациенты читали специально подобранный текст в течение нескольких минут. Каких-либо требований к произношению или отчетливости артикуляции отдельных звуков не предъявлялись. После записи каждому файлу сопоставлялся соответствующий диагноз, поставленный специалистом фониастром в процессе медицинского осмотра пациента с помощью специализированного оборудования. Записи были отсортированы специалистами-медиками по группам здоровый голос и голос с патологиями.

Таблица

Экспериментально полученная точность используемых классификаторов

Результат	Точность классификации
Метод опорных векторов	96,7 %
Искусственная нейронная сеть	86,7 %

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ

Алгоритм обнаружения патологий речевого тракта, который рассмотрен в данной работе был нацелен на использования в мобильных платформах как персональное приложения. Основной задачей приложения, это показать пользователю мобильного устройства параметры его голоса и предупредить, при наличии риска патологии голосового тракта. Конечной точкой приложения, является положительный или отрицательный результат обработанного сигнала.

Целью данного приложения, является повышение осведомленности пользователей и обращения внимание на здоровье своего голосового тракта.

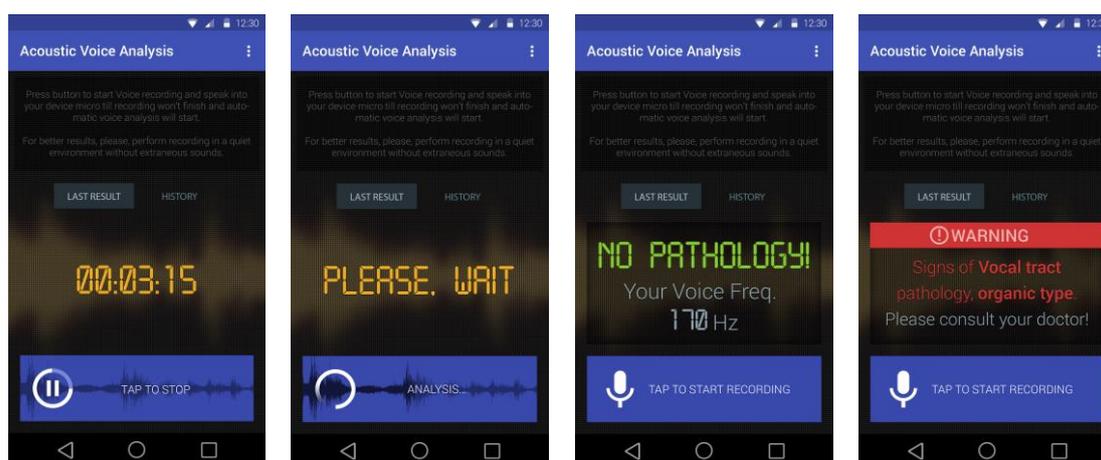


Рис. 3. Прототип приложения для мобильных платформ:

a – процесс записи речевого сигнала; *b* – анализ и обработка входного сигнала; *v* – положительный результат программы; *z* – отрицательный результат программы

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование предложенного алгоритма построения признакового описания речевого сигнала, как функцию мел-частотных кепстральных коэффициентов, и алгоритма классификации на основе метода опорных векторов, позволило экспериментально получить точность обнаружения патологии равную 96,7 %, см. таблицу, что на 10,0 % выше точности распознавания на основе многослойной интеллектуальной нейронной сети.

Литература

1. *Чесебуев И. А.*, Компьютерное распознавание и порождение речи, 2008.
2. *Ganchev T., Fakotakis N., Kokkinakis G.* Comparative evaluation of various MFCC implementations on the speaker verification task // 10th International Conference on Speech and Computer.—Patras, Greece, 2005.
3. *Dhanalakshmi P., Palanivel S. and Ramalingam V.*, «Classification of Audio Signals Using SVM and RBFNN,» Expert Systems with Applications, 2009.
4. *Salhi L., Talbi M. and Cherif A.*, «Voice Disorders Identification Using Hybrid Approach: Wavelet Analysis and Multilayer Neural Networks», World Academy of Science, Engineering and Technology, 2008.
5. *Laurene V. Fausett* «Fundamentals of Neural Networks: Architectures, Algorithms And Applications», 1994.

РАЗРАБОТКА ПОРТАТИВНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ ЛИФТОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

М. А. Суровцев

ВВЕДЕНИЕ

С вступлением в таможенный союз Республики Беларусь вступил в силу технический регламент, разработанный с целью установления на единой территории Таможенного союза обязательных для применения и исполнения требований к лифтам, выпускаемых в обращение на его территории [1]. Согласно регламенту, оценка соответствия лифта производится в течении назначенного срока службы, и осуществляется в форме технического освидетельствования не реже одного раза в 12 месяцев аккредитованной (уполномоченной) организацией [1]. В связи с этим потребовалось измерительное устройство для оперативного контроля эксплуатационных параметров лифтового оборудования.

Данная статья посвящена разработке портативного, автономного устройства для измерения, контроля и регистрации эксплуатационных параметров, таких как ускорения и маршевая скорость лифтового оборудования.