

## ПОСТРОЕНИЕ ПРИЗНАКОВ РАСПОЗНАВАНИЯ АКУСТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

Анохин М.А., Дзыма О.Н.

Научный руководитель – проф., к.т.н., Корытцев И.В.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники  
(61166, Харьков, пр. Науки 14, кафедра МИРЭС, тел.(057)70-21-587)

email: d\_res@nure.ua

This report is devoted to the most problematic and paramount task in the recognition of acoustic signals – to the choice of recognition signs. From one side acoustic signals should be described with signs carefully when the number of signs is big. From another side the big number of them needs lots of time to process signals and recognize them. In the report will be presented the algorithm of signal compression by the orthogonal transformation signals preliminary transformed into a frequency domain.

*Построение первичных признаков акустического сигнала.*

Принимаемые звуковые колебания преобразуются в электрический сигнал, представляющий собой реализацию широкополосного случайного процесса, описание которой может быть дано энергетическим спектром. Поэтому информационными признаками могут служить оценки спектральных коэффициентов, определяемые по дискретной реализации  $S$ , содержащей  $N$  отсчетов, согласно следующему выражению [1]

$$\hat{G}_s(n\Delta f) = \frac{2\Delta t}{N} \left( \sum_{i=0}^{N-1} S(i\Delta t) \exp\left(-\frac{j2\pi in}{N}\right) \right)^2, \quad (1)$$

где  $S(i\Delta t)$  – отсчеты шумовой реализации;  $\Delta f = \frac{1}{N\Delta t}$ ,  $n = 0, 1, 2, \dots, N/2$ .

Сглаживание полученного ансамбля спектральных коэффициентов прямоугольной весовой функцией обеспечивает состоятельность оценок и физически дает характерную структуру спектра акустического сигнала. Эта структура отличает один акустический сигнал от другого и от естественного акустического шума и помех.

Ортогонализация спектров [2] позволяет выбрать во вторичном пространстве более информативные признаки при меньшем их количестве для описания акустического сигнала, что повысит оперативность различения.

*Формирование вторичных информативных признаков.*

Обычно спектральному анализу подвергаются выборки звукового сигнала, в которых количество отсчетов определяется степенью числа два. Соответственно определится и набор спектральных коэффициентов, который можно записать для выборки в виде вектора

$$\vec{F} = (F_1, F_2, \dots, F_k, \dots, F_n)^T, \quad (2)$$

где  $T$  – символ транспонирования;  $F_k$  соответствует  $k$ -му сглажен-

ному спектральному коэффициенту (1);  $n$  – размерность вектора.

Выборочная матрица  $F$  спектральных коэффициентов будет выглядеть следующим образом для каждого акустического сигнала

$$F = \begin{bmatrix} F_{11} & F_{12} & \dots & F_{1m} \\ F_{21} & F_{22} & & F_{2m} \\ & \vdots & \ddots & \vdots \\ F_{n1} & F_{n2} & \dots & F_{nm} \end{bmatrix}, \quad (3)$$

где  $m$  – число отдельно наблюдаемых спектральных векторов.

Переход ко вторичным информационным признакам осуществляется путем построения ковариационной матрицы спектральных коэффициентов и ее диагонализации. Так, ковариационная матрица получается в виде осредненного произведения матрицы (3) и ее транспонированной

$$K = \frac{1}{m} FF^T,$$

при этом предполагается, что среднее значение каждой составляющей уже исключено.

Используя ортогональную матрицу  $U$ , столбцы которой являются собственными векторами матрицы  $K$ , получаем диагонализацию ковариационной матрицы [3]

$$U^T K U = \begin{bmatrix} \lambda_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \lambda_2 & & 0 \\ & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \lambda_n \end{bmatrix}. \quad (4)$$

На главной диагонали матрицы находятся собственные числа, а все остальные элементы равны нулю. Собственные числа матрицы (4) и собственные векторы матрицы  $K$  могут быть использованы в качестве эффективных вторичных информативных признаков при распознавании акустических сигналов. Значимость главных компонентов матрицы падает с увеличением их номера. Поэтому для распознавания акустических сигналов можно будет взять в качестве признаков распознавания малое число главных компонентов либо собственных векторов матрицы преобразования, соответствующих этим компонентам.

### Перечень ссылок

1. Грибанов Ю.И., Мальков В.Л. Спектральный анализ случайных процессов. – М.: Энергия, 1974. -239 с.
2. Безрук В.М., Певцов Г.В. Теоретические основы проектирования систем распознавания сигналов для автоматизированного радиоконтроля. Харьков: Коллегиум, 2007. 430с.
3. Беллман Р. Э. Введение в теорию матриц. - М.: Наука, 1969. - 368с.