

УДК: 621.317

В. Я. Жуйков, проф., Н. Н. Кузнецов

Национальный технический университет Украины «КПИ», факультет Электроники,
г. Київ, Украина, e-mail: nikolay_kuznyetsov@i.ua

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАТИВНЫХ ГРУПП АКУСТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Предложен алгоритм распределения акустических сигналов на информативные группы по наличию периодической составляющей и величине амплитуды. Выделяются следующие информативные группы: 1) тишина; 2) шумовые; 3) тональные; 4) импульсные сигналы. В алгоритме использована сегментная, т.е. интервальная, и потоковая, т.е. поотсчетная обработка дискретизированного акустического сигнала, с использованием адаптации алгоритма к обрабатываемому сигналу. Применение алгоритма к нормированному на «1» сигналу с интервалом стационарности 30 мс и основными гармониками с частотами 50...2000 Гц продемонстрировало больше 91% правильно классифицированных фрагментов сигнала. Количество правильно классифицированных фрагментов сохраняется для широкого круга сигналов.

Ключевые слова: разделение акустического сигнала, электротехника, мониторинг.

Запропонований алгоритм розподілу акустичних сигналів на інформативні групи по наявності періодичної складової і величині амплітуди. Виділяються наступні інформативні групи: 1) тишина; 2) шумові; 3) тональні; 4) імпульсні сигнали. У алгоритмі використана сегментна, тобто інтервальна, і потокова, тобто поотсчетная обробка акустичного сигналу, що дискретизує, з використанням адаптації алгоритму до оброблюваного сигналу. Застосування алгоритму до

нормованого на «1» сигналу з інтервалом стаціонарності 30 мс і основними гармоніками з частотами 50.2000 Гц продемонструвало більше 91% правильно класифікованих фрагментів сигналу. Кількість правильно класифікованих фрагментів зберігається для широкого круга сигналів.

Ключові слова: розділення акустичного сигналу, електротехніка, моніторинг.

Введение

Работа электротехнического оборудования сопровождается излучением акустических сигналов, которые после соответствующей обработки используются для оценки качественного состояния оборудования [2,3]. Разбивка акустического сигнала на группы, как это принято в областях акустики, связанных с кодированием [4], позволяет повысить информативность получаемых групп сигналов и более точно проводить диагностику оборудования. Для решения задач разделения сигнала на такие группы, как:

- 1) тишина;
- 2) шумовой;
- 3) тональный;

4) импульсные сигналы рис.1 разработан соответствующий алгоритм с адаптацией к параметрам обрабатываемого сигнала.

Основная часть

Структура алгоритма основана на использовании критериев классификации и амплитудного анализа, и содержит два основных блока: 1) блок сегментной обработки, 2) блок потоковой обработки рис. 2.

Сегментная обработка рис. 2 предназначена для выделения тональных и шумовых групп и заключается в разделении исходного сигнала на сегменты фиксированной длительности, к каждому из которых применяются три критерия классификации [1]. Результаты применения сравниваются с порогами для определения принадлежности сегмента к одной из классификационных групп. Длительность сегмента выбирается из условия обеспечения стационарности сигнала. Значения порогов корректируются в процессе работы алгоритма по признаку среднестатистического количества различных групп звуков в исходном сигнале.



Рис. 1

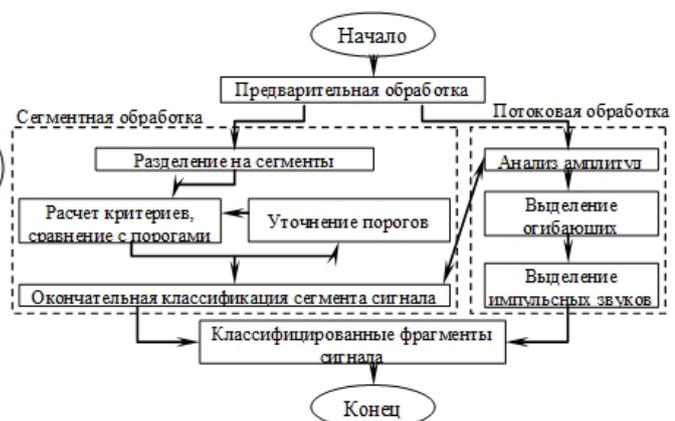


Рис. 2

Потоковая обработка предназначена для выделения импульсных фрагментов из сигнала и основана на анализе огибающей. Выделение импульсных фрагментов происходит с точностью до шага дискретизации с учетом: 1) допущения, что импульсные фрагменты могут быть только тональными; 2) амплитуда импульсного фрагмента превышает заданный порог, при этом значения сигнала в начале и конце импульса находятся ниже порога; 3) значение огибающей сигнала в начале и конца импульса превышают заданный уровень информативного сигнала; 4) сигнал может быть ассиметричным относительно нуля. Связь между блоками потоковой и сегментной обработок (рис. 2) введена для улучшения качества выделения и повышения быстродействия алгоритма.

Экспериментальное определение эффективности алгоритма

Для эксперимента использовалась база акустических сигналов, состоящая из 24 записей длительностью 8 секунд и частотой дискретизации 8 кГц. Сигнал нормирован на «1», частота периодической составляющей тональных звуков 50 – 2000 Гц, интервал стационарности – 30 мс, импульсные фрагменты обладают амплитудами > 0,75. Тестовая база состоит из 4-х акустических

сигналов с частотой дискретизации 16 кГц и длительностью от 1 до 2 с и теми же характеристиками тональных и импульсных фрагментов. Количество правильных и ошибочных классификаций сегментов сигнала в блоке сегментной обработки представлены в табл. 1.

Таблица 1.

	Общее количество ненулевых сегментов	Количество правильно классифицированных сегментов	Количество ошибочно классифицированных сегментов
записи из основной базы	853	782 (91,68 %)	71 (8,32 %)
записи тестовой базы	211	192 (91,00 %)	19 (9,00 %)

Количество правильно классифицированных сегментов составляет 91 % и несущественно зависит от характеристик записей акустического сигнала. Для проверки эффективности работы блока потоковой обработки использовалась тестовая база, расширенная до 205 записей. Результаты эксперимента приведены в табл. 2.

Таблица 2

	Общее количество записей сигнала	Количество правильно выделенных звуков	Количество ошибочно выделенных звуков
записи из расширенной базы	205	357 (95,2 %)	18 (4,8%)

Количество правильно выделенных фрагментов для блока потоковой обработки выше, чем для блока сегментной обработки и достаточно для практического применения алгоритма.

Выводы

Совместное использование трех критериев классификации, адаптация параметров, введение блоков сегментной и потоковой обработки позволило создать алгоритм, для которого количество правильно выделенных тональных и шумовых фрагментов сигнала не меньше 91%, сохраняется для широкого круга различных звуковых сигналов, и количество правильно выделенных импульсных фрагментов не меньше 95 %, что делает целесообразным применение такого алгоритма для диагностики электротехнического оборудования.

Список литературы

1. Жуйков В.Я., Кузнецов Н. Н., Харченко А. Н. Алгоритм автоматической классификации сегментов речи на основе автокорреляционных и энергетических характеристик. – Электроника и Связь, – № 5. – 2010. – С 83–89.
2. Кухарчук В. В., Кацыв С. Ш. Применение вейвлет-преобразований в задачах мониторинга, вибродиагностирования машин и оборудования. – Наукові праці ВНТУ, 2009, № 4.
3. Мамиров Т. Разработка методов решения задач прецизионной вибродиагностики агрегатов транспортных средств. – Диссертационная работа на соискание ученой степени доктора инженерных наук, Институт транспорта и связи, Рига, 2011.
4. Pham T. Van. Wavelet analysis for robust speech processing and applications. – 2007. – 171 p.

THE USE OF ACOUSTIC SIGNALS INFORMATION GROUPS FOR DIAGNOSIS OF ELECTRICAL EQUIPMENT

V. Zhuikov, prof., N. Kuznietsov
National Technical University of Ukraine "KPI", Faculty of Electronics,
e-mail: nikolay_kuznyetsov@i.ua

The algorithm for separation the informative groups from acoustic signal is presented. Separation acts by means the periodic component and the amplitude. There are following informative groups: 1) silence; 2) noise; 3) tones; 4) pulse signals. The algorithm used segment, i.e. interval, and stream, i.e. point processing of sampled acoustic signals using the adaptation of algorithm to the signals. Application of the algorithm to a normalized to "1" signal with stationary intervals of 30 ms and fundamental harmonics at

frequencies of 50 ... 2000 Hz demonstrated the quantity of correct signal separation better than 91%. This quantity is retained for a wide range of signals.

Keywords: *separation of acoustic signals, electrical engineering, monitoring.*

1. *Zhuikov V.Ya., Kuznetsov N. N., Kharchenko A. N.* Speech segments automatic classification algorithm based on autocorrelation and power characteristics. – *Elektronika i Sviaz.* – № 5. – 2010. – С. 83–89. (Rus.)
2. *Kukharchuk V. V., Katsyv S. Sh.* The use of wavelet transforms in the tasks of monitoring and vibro-diagnostics of machinery and equipment. – *Naukovi pratsi VNTU,*– 2009. – № 4. (Rus.)
3. *Mamirov T.* Precision vibro-diagnostics methods development for units of vehicles. – Dr.sc.ing. qualification work, *Transporta un sakaru institūts, Riga,* 2011. (Rus.)
4. *Pham T. Van.* Wavelet analisis for robust speech processing and applications. – 2007. – 171 p.