

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ЗВУКОВЫХ СИГНАЛОВ

© 2021 И. Я. Львович, С. А. Борушко, Ю. П. Преображенский

Воронежский институт высоких технологий (Воронеж, Россия)

В статье рассматриваются проблемы обработки звуковых сигналов на основе преобразования Фурье, а также оконных функций.

Ключевые слова: звуковой сигнал, функция, гармоника, преобразование Фурье, оконная функция.

Периодичность в сигналах демонстрируется за счет применения преобразования Фурье. В указанном подходе происходит выявление частот, относящихся к синусоидальным сигналам, а также соответствующих фаз в элементарных компонентах.

Ключевое соотношение, иллюстрирующее интегральный характер преобразование Фурье функции f приведено ниже:

$$\tilde{f}(\alpha) = \int_{\mathbb{R}} f(x)e^{-i\alpha x} dx$$

Рассматривается вещественный случай. В ходе преобразований относительно анализируемых временных характеристик по каким-то из частот можно наблюдать потерю информации в оцифрованном потоке данных.

То есть, в результате, нет возможностей для того, чтобы по заданной величине частоты указать тот момент, которому она будет соответствовать при прохождении сигнала.

Существуют возможности для того, чтобы расширить вычислительные возможности существующих алгоритмом. Например, перспективным можно считать оконное преобразование Фурье.

Происходит выделение подинтервалов на выделенном временном интервале сигнала, если он характеризуется достаточно большими длительностями. Внутри указан-

ных подинтервалов будет осуществляться реализация преобразования Фурье.

Сигнал рассматривается в виде стационарного по каждому из таких подинтервалов. Тогда говорят о том, что для сигналов осуществляется формирование частотно-временного описание.

Совокупность спектров мы получим после того, как будет применено оконное преобразование. Эта совокупность дает возможности для описания того, каким образом будет относительно интервалов реализовываться изменение по спектру сигналов

Указанное ниже выражение показывает механизм оконного преобразования Фурье:

$$F(t, \omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(\tau)W(\tau - t)e^{-i\omega t} d\tau,$$

в нем $W(\tau - t)$ – рассматривается в виде некоторой оконной функции.

Если проводить анализ реальных сигналов, то их длительность – конечна.

Это связано с тем, что нет возможностей для определения вида сигнала до того, как был включена аппаратура, а также для прогнозов его изменений в последующем.

Как можно проинтерпретировать ограничение интервала по анализу? Можно рассматривать его в виде произведения исходных сигналов на прямоугольную оконную функцию.

Преобразование Фурье, в котором есть окно, будет на выходе давать спектр образующегося произведения.

В сигнале будет наблюдаться эффект, который называют растеканием спектра. Если указанный подход использовать на практике, то может быть маскирование со стороны боковых лепестков в сигнале иных сигналов, которые характеризуются меньшими значениями амплитуды. Это ведет к тому,

Львович Игорь Яковлевич – Воронежский институт высоких технологий, ректор, office@vvt.ru.

Борушко Софья Александровна – Воронежский институт высоких технологий, студент, borrushko120@yandex.ru.

Преображенский Юрий Петрович – Воронежский институт высоких технологий профессор, petrovich@vvt.ru.

что передаваемая информация будет потеряна.

Оконная функция, которая характеризуется гладкой формой, позволяет осуществлять борьбу с эффектами растекания спектра.

Главный лепесток в ее спектре будет достаточно широким.

Также боковые лепестки образуются при более низком уровне.

По спектру поступающего сигнала и спектру оконной функции происходит формирование свертки. Тогда для оконного преобразования Фурье происходит создание спектра.

Формы и размеры окон будут определять результирующие искажения.

Исследователи окно Гаусса весьма частым образом применяют в ходе решения различных задач.

Для кодирования аудиопотоков в ходе разработки требуемого информационного модуля мы принимали параметр в окне Гаусса, равным $\sigma = 0.5$.

В результате дискретизации входного аудиосигнала с применением преобразования Фурье относительно каждого из окон Гаусса происходит формирование частотного спектра.

Сверточная нейронная сеть может быть использована в ходе создания инструментария для того, чтобы обрабатывать изображения в спектрограммах.

В изображениях требуется проводить распознавание по некоторым обозначенным характеристикам. Для этого будет полезным фильтрующее свойство сверточных нейронных сетей.

Фильтр создается на основе множества ядер. В свою очередь, ядро удобно представлять в матричном виде, где элементы матриц – это веса.

Они настраиваются для того, чтобы выбранные характеристики внутри изображений были найдены.

Произведения элементов фильтра суммируются с матрицей входных сигналов, что позволяет реализовать операцию свертки.

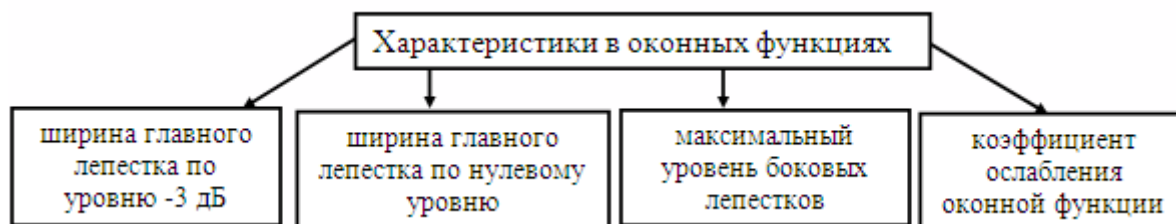


Рисунок. Характеристики в оконных функциях

Большее значение для свертки будет показывать, что для анализируемого фрагмента изображения существует определенная искомая характеристика. Соответственно, наоборот, при меньшем значении свертки мы говорим об отсутствии искомой характеристики.

В итоге, единичные свертки позволяют сформировать матрицу.

Смещения и нелинейности должны вводиться внутрь сверток с тем, чтобы повысить эффективность в обучении весов, связанных с ядрами.

Каким образом можно получить смещение? К каждому из элементов матриц необходимо добавить соответствующую величину.

В ходе применения нейронных сетей такой подход даст возможности для того, чтобы избежать тупиковые ситуации.

Функция активации рассматривается с точки зрения нелинейности. Нейронные сети анализируют сигналы, которые создаются на основе операции свертки, при этом в них появляется искажение.

Это дает возможности более правильным образом осуществлять оценки при помощи нейронных сетей.

Число фильтров более, чем 1 для сверточных сетей – в большинстве случаев. Тогда последовательным образом происходит сбор сигналов на выходе каждого из них. Итоговая выходная матрица будет трехмерная.

По исходным и/или промежуточным данным реализуются процессы даунсемплинга. Это предоставляет возможности для того, чтобы по вычислительным ресурсам уменьшалось потребление. Также в процессе обучения будет ускорение.

К многослойному перцептрону, как результат обработки в нескольких сверточных слоях, а также модуля, связанного с даунсемплингом, происходит передача векторное представление образованного сигнала

Процесс классификации происходит на выходном слое. Количество классов должно равняться количеству нейронов.

При анализе спектрограмм, которые относятся к входным аудиопотокам рассматривается схожесть со спектрограммами представленных образцов по исследуемым аудиосигналам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Калинин М. Ю. Энтропийные оценки решающих статистик алгоритма классификации случайных процессов / М. Ю. Калинин, О. Н. Чопоров // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2020. – Т. 8. – № 4 (31). – С. 15-16.

2. Кульнева Е. Ю. О характеристиках, влияющих на моделирование радиотехнических устройств / Е. Ю. Кульнева, И. А. Гащенко // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-2. – С. 50.

3. Львович И. Я. Основы информатики / И. Я. Львович, Ю. П. Преображенский, В. В. Ермолова // Воронеж, 2014. – 339 с.

4. Преображенский Ю. П. Проблемы кодирования информации в каналах связи / Ю. П. Преображенский // Современные инновации в науке и технике. Сборник научных трудов 8-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. Ответственный редактор А. А. Горохов. – 2018. – С. 180-182.

5. Львович И. Я. Использование мультиагентных технологий в управлении техническими объектами / И. Я. Львович, А. П. Преображенский, О. Н. Чопоров // Оптимизация и моделирование в автоматизированных системах. Труды Международной молодежной научной школы. – 2019. – С. 62-63.

6. Диденко С. С. Применение мультиагентных технологий в контекстно-ориентированной среде компонента умного дома / С. С. Диденко // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2021. – Т. 9. – № 2 (33). – С. 18-19.

7. Lvovich I. Development of a combined approach to create complex electrodynamic structures with specified performance requirements / I. Lvovich, A. Preobrazhenskiy, Y. Preobrazhenskiy, Y. Lvovich, O. Choporov // Proceedings - 2021 Ural Symposium on Biomedical Engineering, Radioelectronics and Information Technology, USBEREIT 2021. – 2021. – С. 272-275.

ANALYSIS OF PROCESSING METHODS OF SOUND SIGNALS

© 2021 I. Ya. Lvovich, S. A. Borushko, Yu. P. Preobrazhenskiy

Voronezh Institute of High Technologies (Voronezh, Russia)

The paper deals with the problems of processing audio signals based on the Fourier transform, as well as window functions.

Keywords: audio signal, function, harmonic, Fourier transform, window function.