

Разработанная программа носит отладочный характер и может применяться в демонстрационных и учебных целях. Несмотря на «статическую» реализацию процесса декодирования, алгоритм применим и в режиме реального времени.

Литература

1. Инфракрасный протокол связи IrDA [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <https://www.ixbt.com/peripheral/irda.html>.
2. Philips RC-6 протокол передачи данных по ИК каналу [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: https://led-displays.ru/ir/philips_rc6.html.

УДК 004.93

СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЕКТОРНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

студент гр. 814303 Якшук А.Г.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Роллч О. Ч.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
Минск, Беларусь

В настоящее время методы цифровой обработки сигналов широко применяются в радиотехнике, в системах связи, контроля и управления. Широкое распространение методов определяется большими возможностями цифровой техники. С помощью цифровых устройств можно реализовывать очень сложные алгоритмы обработки сигналов, в том числе и спектрального анализа [1].

Цель данной работы состоит в исследовании изменений спектра заданного векторного изображения в зависимости от его параметров. Векторные изображения применяются в случаях, когда основным требованием к изображению является высокая точность формы.

Векторная графика – способ представления объектов и изображений в компьютерной графике, основанный на использовании элементарных геометрических объектов, примитивов. К графическим примитивам относятся такие простые фигуры, как точки, отрезки, прямые, дуги, эллипсы, прямоугольники, овалы и круги и, как общий случай, кривые некоторого порядка. Также используются более сложные фигуры, например, ломаные линии, криволинейные отрезки (например, кривая Безье), текст.

Спектральный анализ заключается в разложении сигнала на его частотные или спектральные составляющие и оценке или измерении их характеристик: амплитуды, фазы, мощности, спектральной плотности мощности [1]. Известно, что практически любой сигнал посредством преобразования Фурье можно представить в виде сумм волн синусов и косинусов. В обработке сигналов и связанных с ними областях преобразование Фурье рассматривается как декомпозиция сигнала на частоты и амплитуды – обратимый переход от временного пространства в частотное пространство. Преобразование Фурье можно сравнить со своего рода математической призмой (по аналогии со стеклянной призмой, которая разлагает свет в зависимости от частоты). Оно позволяет описать функцию, как совокупность составляющих ее частот. Это и является основной идеей, которая лежит в основе методов спектрального анализа.

Использование компьютеров и иных цифровых приборов подразумевает анализ дискретных сигналов вследствие дискретной природы самих компьютеров. Любые операции обработки данных выполняются над дискретными числами, хранящимися в памяти компьютера, поэтому все сигналы во временной области и все частотные спектры представляют собой дискретные последовательности, полученные в результате дискретизации.

Изображение представляет собой двумерный сигнал. Прямое двумерное дискретное преобразование Фурье преобразует дискретную функцию двух переменных $f(x, y)$, заданную в пространственной координатной системе (x, y) , в двумерную дискретную функцию $F(u, v)$, заданную в частотной координатной системе (u, v) :

$$F(u, v) = \frac{1}{M \cdot N} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y) e^{-i2\pi \left(\frac{u \cdot x}{M} + \frac{v \cdot y}{N} \right)},$$

где M и N – размеры матрицы $f(x, y)$ (соответственно высота и ширина), (u, v) – целочисленные значения частот: $u = 0, 1, \dots, (M - 1)$, $v = 0, 1, \dots, (N - 1)$, i – мнимая единица.

Если $R(u, v)$ и $I(u, v)$ обозначают вещественную и мнимую компоненты $F(u, v)$:

$$F(u, v) = R(u, v) + i \cdot I(u, v),$$

то спектр Фурье (амплитудно-частотная характеристика или АЧХ) задается выражением [2]

$$|F(u, v)| = \sqrt{R^2(u, v) + I^2(u, v)},$$

а фазовый спектр (фазо-частотная характеристика или ФЧХ) изображения

$$\varphi(u, v) = \arctg \left(\frac{I(u, v)}{R(u, v)} \right).$$

Для спектрального анализа изображений разработана программа, позволяющая синтезировать векторные изображения и визуализировать их АЧХ и ФЧХ. В визуализации значение яркости пикселя равняется значению коэффициента, полученного в результате преобразования. При этом, проводится 2D-интерпретация пикселя посредством наложения цветовой палитры типа «rainbow». Центральное место изображения спектра занимают гармоники с нулевыми частотами.

На амплитудно-частотном изображении рисунка 1 выявлены лучи, пересекающие центр изображения под углом к вертикали. К появлению лучей привел поворот на определенный угол объекта на графической сцене. Также можно заметить некоторую закономерность между начальным изображением и его амплитудно-частотной характеристикой. Она заключается в том, что на АЧХ неявно видны повторы очертаний фигуры, выделяющейся на начальном изображении.

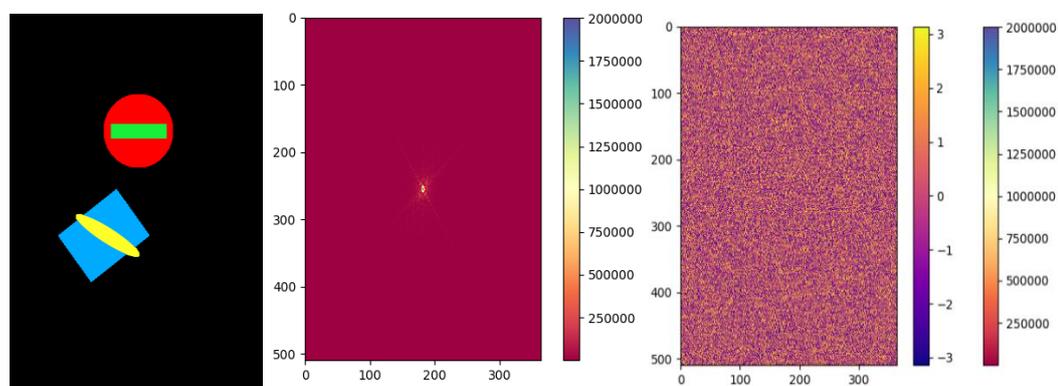


Рис.1. Спектральный анализ изображения с произвольно составленными геометрическими примитивами.

В результате исследования функционирования разработанного программного инструментария дополнительно выявлено, что изменение масштаба фигуры приводит к обратному изменению масштаба пространственных частот и пропорциональному изменению значений спектра. Изменения координат исходного объекта на плоскости приводят к фазовым изменениям на частотной плоскости, и вместе с этим, основной спектр не меняется. При повороте примитива на исходном изображении сигнал в области частот поворачивается точно так же. Программа оперирует векторными изображениями, а значит, они имеют идеализированную структуру, без наличия шума, что и отражается на АЧХ резким ростом амплитуд.

Литература

1. Черногорова, Ю. В. Преобразование Фурье как основополагающий частотный метод улучшения изображений / Ю. В. Черногорова // Молодой ученый. – 2017. – № 21. – [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/155/43704/>.
2. Доля, П. Г. Математические методы обработки изображений / П.Г. Доля. – Харьков: Харьковский национальный университет, 2013. – 10 с.

УДК 004.032.26

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ АЛГОРИТМА БЫСТРОГО ДИСКРЕТНОГО КОСИНУСНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

магистрант гр. 816241 Соловьёва А.В., студент гр. 814301 Гаврилова В.В.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Ролич О. Ч.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
Минск, Беларусь

Одной из основных операций современных и наиболее распространённых алгоритмов компрессии является дискретное косинусное преобразование (ДКП), преобразующее, как правило, целочисленную выборку f_k длиной N в массив y_n также длиной N [1]. В большинстве случаев $N = 8$, а ДКП взаимодействует в паре с операцией квантования, суть которой заключается в делении элементов y_n результирующего массива y_n ДКП на априори заданные положительные целые числа Q_n . Квантованный результат ДКП подвергается последующему кодированию методом Хаффмана.

Стандартно ДКП записывается в виде

$$y_n = \sum_{k=0}^{N-1} f_k \cos\left(\frac{\pi}{16}(2k+1)n\right)$$

или с учётом $N = 8$:

$$y_n = \sum_{k=0}^7 f_k \cos\left(\frac{\pi}{16}(2k+1)n\right). \quad (1)$$

Для оптимизации выражения (1) с целью его приведения к схеме алгоритма быстрого ДКП слагаемые под знаком суммы умножаются и делятся на $2 \cdot \cos\left(\frac{\pi}{16}n\right)$:

$$y_n = \sum_{k=0}^7 f_k \cos\left(\frac{\pi}{16}(2k+1)n\right) \frac{2 \cdot \cos\left(\frac{\pi}{16}n\right)}{2 \cdot \cos\left(\frac{\pi}{16}n\right)} = \frac{1}{2 \cdot \cos\left(\frac{\pi}{16}n\right)} \cdot \sum_{k=0}^7 f_k \cdot 2 \cdot \cos\left(\frac{\pi}{16}(2k+1)n\right) \cdot \cos\left(\frac{\pi}{16}n\right) \quad (2)$$