Кущ - Алгоритм распознавания предметов.

Реализация на C++

1. Захват сигнала камеры (Open CV);
2. Получение контура (Open CV);
3. Определение центра тяжести;
4. Составление развертки: градусы в мм;
5. Получение частот, фаз и амплитуд первых 10 гармоник;
6. Сравнение по допустимому диапазону с образцом путем минимизации минимума суммы невязки;
7. Назвать подходящий по допустимому рассогласованию предмет из базы образцов.

25.07.2019 г.

г. Воронеж

Определи контур плоской фигуры.
Далее получи центр тяжести фигуры ограниченной замкнутым контуром.
Координаты центра тяжести плоских фигур определяются по формулам

M (x)= сумма (минимальный квадратик площади умножить на расстояние от начала координат по оси x; M(y)=сумма (минимальный квадратик площади умножить на расстояние от начала координат по оси y; X=M(x)/площадь всей фигуры;Y=M(y)/площадь всей фигуры.

Далее из полученного центра тяжести (X,Y) проводишь прямые и определяешь точки пересечения с контуром. Циклы перебирают координаты получаемых прямых и координаты контура с известной дельта рассогласования.

Определяешь длину отрезка от цента тяжести до контура и составляешь массив

Получаешь значения градусов и длину отрезка. Считаешь что градус это милиметр- тем самым получаешь плоскую кривую-функцию к которой применяешь преобразование Фурье, то есть представляешь эту функцию периодической и выражаешь рядом Фурье-

набором синусоид, у которых определяешь :A- амплитуду, w- частоту, f-фазу первых, например 10 гармоник по формулам приведенным в приложении.

Далее формируешь базу данных предметов, аналогично, сделанному в программе распознавании лиц. для многих предметов.

Далее показываешь предмет, программа применяет вышеописанный К-алгоритм и получает по 10 амплитуд, частот и фаз.

Проводишь отбор-первая-третья гармоники не подошли -все не тот предмет, для тех у кого есть считается сумма-критерий похожести по всем 10 гармоника, частотам и фазам - наиболее близкий называет предмет из этого же критерия, хранящегося в базе предметов.

Алгоритм безразличен к повороту и масштабу распознаваемого предмета.

ВК

Дискретное преобразование Фурье

Преобразования Фурье

Многие сигналы удобно анализировать, раскладывая их на синусоиды (гармоники). Тому есть несколько причин. Например, подобным образом работает человеческое ухо. Оно раскладывает звук на отдельные колебания различных частот. Кроме того, можно показать, что синусоиды являются «собственными функциями» линейных систем (т.к. они проходят через линейные системы, не изменяя формы, а могут изменять лишь фазу и амплитуду). Еще одна причина в том, что теорема Котельникова формулируется в терминах спектра сигнала.

Преобразование Фурье (*Fourier transform*)– это разложение функций на синусоиды (далее косинусные функции мы тоже называем синусоидами, т.к. они отличаются от «настоящих» синусоид только фазой). Существует несколько видов преобразования Фурье.

1. Непериодический непрерывный сигнал можно разложить в интеграл Фурье.

2. Периодический непрерывный сигнал можно разложить в бесконечный ряд Фурье.

3. Непериодический дискретный сигнал можно разложить в интеграл Фурье.

4. Периодический дискретный сигнал можно разложить в конечный ряд Фурье.

Компьютер способен работать только с ограниченным объемом данных, следовательно, реально он способен вычислять только последний вид преобразования Фурье. Рассмотрим его подробнее.

ДПФ вещественного сигнала

Пусть дискретный сигнал $x[n]$ имеет период N точек. В этом случае его можно представить в виде конечного ряда (т.е. линейной комбинации) дискретных синусоид:

$$x[n] = \sum_{k=0}^{N/2} C_k \cos\frac{2\pi k(n+\phi_k)}{N} \text{ (ряд Фурье)}$$

Эквивалентная запись (каждый косинус раскладываем на синус и косинус, но теперь – без фазы):

$$x[n] = \sum_{k=0}^{N/2} A_k \cos\frac{2\pi kn}{N} + \sum_{k=0}^{N/2} B_k \sin\frac{2\pi kn}{N} \text{ (ряд Фурье)}$$

Базисные синусоиды имеют кратные частоты. Первый член ряда (k=0) – это константа, называемая *постоянной составляющей* (*DC offset*) сигнала. Самая первая синусоида (k=1) имеет такую частоту, что ее период совпадает с периодом самого исходного сигнала. Самая высокочастотная составляющая (k=N/2) имеет такую частоту, что ее период равен двум отсчетам. Коэффициенты A_k и B_k называются *спектром* сигнала (*spectrum*). Они показывают амплитуды синусоид, из которых состоит сигнал. Шаг по частоте между двумя соседними синусоидами из разложения Фурье называется *частотным разрешением* спектра.

На рис. 6 показаны синусоиды, по которым происходит разложение дискретного сигнала из 8 точек. Каждая из синусоид состоит из 8 точек, то есть является обычным дискретным сигналом. Непрерывные синусоиды показаны на рисунке для наглядности.

Как мы увидим далее, для каждого сигнала можно однозначно определить коэффициенты A_k и B_k. Зная эти коэффициенты, можно однозначно восстановить исходный сигнал, вычислив сумму ряда Фурье в каждой точке. Разложение сигнала на синусоиды (т.е. получение коэффициентов) называется *прямым преобразованием Фурье*. Обратный процесс – синтез сигнала по синусоидам – называется *обратным преобразованием Фурье* (*inverse Fourier transform*).

Алгоритм обратного преобразования Фурье очевиден (он содержится в формуле ряда Фурье; для проведения синтеза нужно просто подставить в нее коэффициенты). Рассмотрим алгоритм прямого преобразования Фурье, т.е. нахождения коэффициентов A_k и B_k.

Система функций $\sin\frac{2\pi kn}{N}$, $\cos\frac{2\pi kn}{N}$, $k = 0,\ldots,\frac{N}{2}$ от аргумента n является ор-

тогональным базисом в пространстве периодических дискретных сигналов с периодом N. Это значит, что для разложения по ней любого элемента пространства (сигнала) нужно посчитать скалярные произведения этого элемента со всеми функциями системы, и полученные коэффициенты нормировать. Тогда для исходного сигнала будет справедлива формула разложения по базису с коэффициентами A_k и B_k.

Итак, коэффициенты A_k и B_k вычисляются как скалярные произведения (в непрерывном случае – интегралы от произведения функций, в дискретном случае – суммы от произведения дискретных сигналов):

$$A_k = \frac{2}{N}\sum_{i=0}^{N-1} x[i]\cos\frac{2\pi k i}{N}, \text{ при } k = 1,..., \frac{N}{2} - 1$$

$$A_k = \frac{1}{N}\sum_{i=0}^{N-1} x[i]\cos\frac{2\pi k i}{N}, \text{ при } k = 0, \frac{N}{2}$$

$$B_k = \frac{2}{N}\sum_{i=0}^{N-1} x[i]\sin\frac{2\pi k i}{N}, \text{ при } k = 0,..., \frac{N}{2}$$

18

Возникает вопрос: почему в исходном сигнале N чисел, а описывается он с помощью $N+2$ коэффициентов? Вопрос разрешается следующим образом: коэффициенты B_0 и $B_{N/2}$ всегда равны нулю (т.к. соответствующие им «базисные» сигналы тождественно равны нулю в дискретных точках), и их можно отбросить при вычислении обратного и прямого преобразований Фурье.

Итак, мы выяснили, что спектральное представление сигнала полностью эквивалентно самому сигналу. Между ними можно перемещаться, используя прямое и обратное преобразования Фурье. Алгоритм вычисления этих преобразований содержится в приведенных формулах.

Вычисление преобразований Фурье требует очень большого числа умножений (около N^2) и вычислений синусов. Существует способ выполнить эти преобразования значительно быстрее: примерно за $N \log_2 N$ операций умножения.

Этот способ называется *быстрым преобразованием Фурье* (БПФ, *FFT, fast Fourier transform*). Он основан на том, что среди множителей (синусов) есть много повторяющихся значений (в силу периодичности синуса). Алгоритм БПФ группирует слагаемые с одинаковыми множителями, значительно сокращая

число умножений. В результате быстродействие БПФ может в сотни раз превосходить быстродействие стандартного алгоритма (в зависимости от N). При этом следует подчеркнуть, что алгоритм БПФ является точным. Он даже точнее стандартного, т.к. сокращая число операций, он приводит к меньшим ошибкам округления.

Однако у большинства алгоритмов БПФ есть особенность: они способны работать лишь тогда, когда длина анализируемого сигнала N является степенью двойки. Обычно это не представляет большой проблемы, так как анализируемый сигнал всегда можно дополнить нулями до необходимого размера. Число
N называется *размером* или *длиной БПФ*