

004.932.72'1

М. А. Варламова

Донецкий национальный технический университет, г. Донецк
факультет компьютерных наук и технологий, кафедра
компьютерных систем мониторинга
E-mail: mavarlamova@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЙ В СИСТЕМАХ ЛОКАЛИЗАЦИИ ЧЕРТ ЛИЦА ЧЕЛОВЕКА

Аннотация.

Варламова М. А. Применение вейвлет-преобразований в системах локализации черт лица человека. Для комфорта и безопасности в различных сферах современной жизни интенсивно используются биометрические технологии. Задача идентификации личности человека относится к разряду плохо формализуемых.

Постановка проблемы. В современном мире биометрия все более активно проникает в различные сферы жизни человека. Значительный интерес к тематике цифровой идентификации личности принято связывать с ростом угрозы международного терроризма, проблемами процессов демократизации при переходе к информационному обществу, а также в связи с увеличением объемов торговых операций, осуществляемых через глобальные компьютерные сети, в частности через Интернет. Проблема создания систем искусственного интеллекта является перспективной на данном этапе развития технологий. Отмечается особый интерес к системам автоматического анализа, позволяющим идентифицировать личность человека по изображению его лица. Данной проблеме уделяется повышенное внимание в связи с необходимостью создания систем мгновенного определения личности человека и беспарольных систем контроля доступа.

Основная часть. Статический метод, основанный на форме лица как объекте идентификации, заключается в создании двух или

трехмерного образа лица человека [3]. Камерой и специализированным программным обеспечением на изображении лица подчеркиваются контуры глаз, губ, бровей, носа и т. д. Затем вычисляют расстояния между этими элементами и прочие параметры. По этим сведениям создается образ, который для сравнения преобразуется в цифровую форму. Этот способ относится к наиболее динамично развивающимся направлениям в индустрии биометрии. Его привлекательность основана на том, что не требуется специального дорогого оборудования. Достаточно персонального компьютера и видеокамеры [1]. Кроме того, отсутствует физический контакт с устройствами. Не нужно прикасаться ни к чему, либо останавливаться, специально ожидая срабатывания системы.

Обычно, процесс распознавания лиц состоит из таких двух этапов, как поиск на изображении области лица и сравнение найденного лица с лицами, которые содержатся в базе данных. С недавнего времени стали широко использовать методы обработки данных, основанные на вейвлет-преобразованиях. Оно показало свою эффективность при решении широкого класса задач, которые связаны с цифровой обработкой изображения.

Вейвлет-преобразование — это [интегральное преобразование](#), которое представляет собой [свертку вейвлет-функции](#) с сигналом. Способ преобразования функции (или сигнала) в форму, которая или делает некоторые величины исходного сигнала более поддающимися изучению, или позволяет сжать исходный набор данных. Вейвлетное преобразование сигналов является обобщением спектрального анализа. В дискретном вейвлет-преобразовании наиболее значимая информация в сигнале содержится при высоких амплитудах, а менее полезная — при низких. Среди достоинств вейвлет-преобразований выделяют такие [4]:

- вейвлетные преобразования обладают всеми достоинствами преобразований Фурье;

- вейвлетные базисы могут быть хорошо локализованными как по частоте, так и по времени. При выделении в сигналах хорошо локализованных разномасштабных процессов можно рассматривать только те масштабные уровни разложения, которые представляют интерес;

- базисные вейвлеты могут реализоваться функциями различной гладкости.

Однако можно выделить один недостаток, а именно – относительная сложность преобразования.

Вейвлет-преобразование используют для получения характеристик изображения. Коэффициенты вейвлет-преобразования несут в себе информацию об анализируемом процессе и о том, какой вейвлет используется. В зависимости от того, какую информацию необходимо извлечь из процесса, делается выбор анализирующего вейвлета. Иногда, используя разные вейвлеты, можно полнее выявить и подчеркнуть те или иные свойства анализируемого процесса. Это возможно благодаря тому, что каждый вейвлет имеет характерные особенности во временной и частотной областях.

Выделяют группу классических функций, которые используются в вейвлет-анализе. Это такие функции, как вейвлет Хаара, вейвлет Добеши, вейвлет мексиканская шляпа, вейвлет Морле и прочие. Примитивы Хаара относятся к таким функциям для двумерного пространства.

Для обработки растровых изображений, которые являются дискретным сигналом, необходимо применять двумерные дискретные вейвлет-преобразования. Многомасштабный анализ (multiresolution analysis, МА) должен строиться в пространстве функций двух переменных. Самый распространенный способ – это применения тензорного произведения одномерных МА. В качестве двумерной скейлинг-функции берется (1):

$$\Phi(t, s) = \varphi(t)\varphi(s). \quad (1)$$

Вместо одного вейвлета возникает три (2):

$$\Psi_{LH}(t,s)=\varphi(t)\varphi(s), \Psi_{HL}(t, s) = \varphi(t)\varphi(s), \Psi_{HH}(t, s) = \varphi(t)\varphi(s), \quad (2)$$

где L означает низкую частоту, H – высокую.

За один шаг двумерное вейвлет-преобразование выделяет одну низкочастотную и три высокочастотных компоненты исходного сигнала-изображения. На рисунке 1 представлен результат [2] одного шага прямого вейвлет-преобразования, а именно – преобразования Хаара.

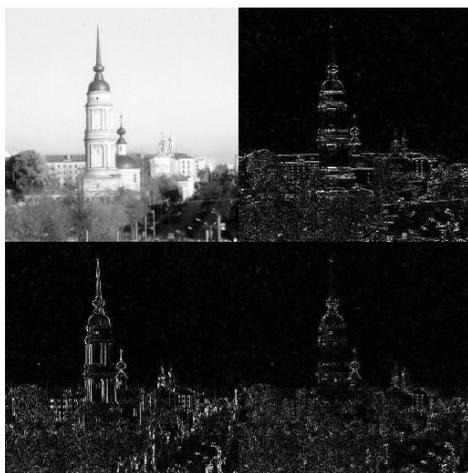


Рисунок 1 – Один шаг преобразования Хаара

В противовес, на рисунке 2 представлен результат выполнения преобразования Фурье. Для данного примера был использован FFT-алгоритм быстрого преобразования Фурье [5]. На данном примере видно, что применение преобразования Фурье для выделения ключевых характеристик лица человека значительно уступает в информативности преобразованию Хаара и вейвлет-преобразованиям в целом.



Рисунок 2 – Результат преобразования Фурье

Высокочастотные составляющие можно использовать для выделения перепадов, контуров изображения, участков резкой смены цвета или яркости. На рисунке 3 после обработки с помощью вейвлетов (Добеши D4) более ярким цветом

обозначены коэффициенты большей амплитуды. Четко видно, что их положение указывает на резкие перепады яркости. Такие перепады являются наиболее информативными при беглом просмотре любого изображения. Вейвлет-представление позволяет их локализовать путем последовательного уточнения, начиная с более крупных масштабов.



Рисунок 3 – Обработка с помощью вейвлета Добеши D4

Выбор конкретного вида и типа вейвлетов во многом зависит от анализируемых сигналов и задач анализа. При практическом использовании вейвлетов необходимо уделять достаточное внимание проверке их работоспособности и эффективности для поставленных целей по сравнению с известными методами обработки и анализа.

Несмотря на то, что доминирующим способом идентификации личности остается распознавание отпечатков пальцев, идентификация личности по изображению лица все более стремительно набирает обороты. Основные прогнозы сводятся к тому, что внедрение биометрических устройств безопасности в скором будущем приобретет лавинный характер. Борьба с глобальным терроризмом потребует практического использования любых достижений в этой сфере. Благодаря интенсивному развитию мультимедийных и цифровых технологий и дальнейшее их удешевление позволят разработать и внедрить данные системы идентификации. Возможно, в скором времени они перейдут от научных исследований к коммерческим технологиям.

Эффективно распознавать лицо можно только в определенных условиях, именно поэтому крайне важно при внедрении биометрии лица понимать, в каких условиях будет эксплуатироваться система. Для повышения эффективности распознавания лица в идентификационных зонах следует организовывать направленный поток людей (дверные проемы, рамки металлодетекторов, турникеты и т.п.) для обеспечения возможности кратковременной (не более 1–2 с) фиксации лица каждого посетителя.

Выводы. Рассмотренные вейвлеты являются лишь малой частью от того множества вейвлетов, которые были предложены исследователями. Это означает, что работы в данном направлении ведутся по сей день. Потому как не создана оптимальная модель, которая позволяет идентифицировать личность по изображению лица, а лишь накоплен огромный опыт эвристического решения отдельно стоящих задач. Необходимо стремиться к созданию надежной и уверенной модели, потому как предпосылки для создания такой модели в будущем можно наблюдать уже сегодня.

Список литературы

1. Самообучающиеся системы [электронный ресурс] // http://gendocs.ru/v32756/самообучающиеся_системы (дата последнего обращения: 15.04.2015).
2. Л. Левкович-Маслюк, А. Переберин. Вейвлет-анализ и его приложения [электронный ресурс] // http://algolist.manual.ru/compress/image/leo_lev/lecture3/wav3_0.php (дата последнего обращения: 29.04.2015).
3. Способы идентификации личности человека [электронный ресурс] // <http://mirprognozov.ru/prognosis/107/804/> (дата последнего обращения: 29.04.2015).
4. Вейвлет-преобразование [электронный ресурс] // <http://ru.wikipedia.org/wiki/Вейвлет-преобразование> (дата последнего обращения: 25.04.2015).
5. Павлейно М. А. Спектральное преобразование в MATLAB: учеб.-метод. пособие, СПбГУ, 2007 – 150 стр.