

А.А. НИКОЛЕНКО, к.т.н., доц. ОНПУ, г. Одесса,

О.Ю. БАБИЛУНГА, к.т.н., доц. ОНПУ, г. Одесса,

В.Н. ЗАЙКОВСКИЙ, студент ОНПУ, г.Одесса

ЛОКАЛИЗАЦИЯ ХАРАКТЕРНЫХ ФРАГМЕНТОВ ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ДВУМЕРНЫХ ВЕЙВЛЕТ-ФИЛЬТРОВ

Предложено для локализации характерных фрагментов на изображении использовать двумерную фильтрацию на основе непрерывного вейвлет-преобразования. Двумерные вейвлет-фильтры получены матричным умножением коэффициентов одномерных вейвлет-фильтров. Предложена методика локализации характерных фрагментов изображения, приведены результаты ее апробации для различных приложений. Ил.: 1. Библиогр.: 10 назв.

Ключевые слова: изображение, локализация, характерные фрагменты, непрерывное вейвлет-преобразование, двумерные вейвлет-фильтры.

Постановка проблемы. Во многих прикладных задачах компьютерной обработки и распознавания объектов на изображении актуальной является задача поиска и локализации характерных фрагментов. Под характерным фрагментом будем понимать область изображения с определенными пространственно-частотными характеристиками, соответствующую объектам, подлежащим распознаванию – номерному знаку на автомобилях, маркировке на железнодорожных вагонах и контейнерах, текстовым надписям на упаковках с различным фоном, элементам лица человека на цифровых фотографиях и т.п.

Для решения задачи локализации характерных фрагментов используется множество методов на основе корреляции, контурной и текстурной сегментации, преобразования Фурье, вейвлет-преобразования [1 – 4]. При этом широкое применение последних долгое время ограничивалось возможностями вычислительной техники, и стало реальным благодаря усовершенствованию методов и алгоритмов обработки изображений и росту производительности компьютеров.

Анализ литературы. Из научно-технических источников известен ряд методов обработки изображений на основе вейвлет-преобразования, применяемого для решения задачи локализации [3 – 9]. Все они базируются на построчной или постолбцовой обработке изображений с использованием дискретного или непрерывного вейвлет-преобразования, которое позволяет выполнить сегментацию изображения и определить границы объекта в анализируемой строке (или столбце). Для таких

характерных фрагментов как текстовые надписи имеются методики автоматического выбора масштаба непрерывного вейвлет-преобразования, обеспечивающие локализацию такого фрагмента при различных размерах шрифтов [6, 7, 9]. Однако при этом практически не учитываются пространственные соотношения между элементами объекта, т.е. особенности его формы. Учет формы объекта с использованием корелляционных методов [1 – 4] затрудняется тем, что объект может иметь различные размеры и расположение относительно координатных осей. В [1] описывается подход Лавса (Laws) к вычислению энергетических текстурных характеристик с использованием двумерных масок, полученных матричным умножением соответствующих одномерных масок (с требуемыми характеристиками – усредняющие маски, маски для обнаружения края и т.д.), который может применяться для локализации текстурных фрагментов на изображении.

Цель статьи – разработка методики локализации характерных фрагментов изображения на основе двумерных вейвлет-фильтров, учитывающих пространственно-частотные особенности объектов, для применения в системах автоматической обработки и распознавания изображений.

Локализация характерных фрагментов изображения. В процессе локализации характерного фрагмента (определения координат его границ) на изображении часто используется отфильтрованное изображение. Основное требование к последнему состоит в подчеркивании пространственно-частотных особенностей характерного фрагмента без изменения масштаба изображения, что в дальнейшем позволит провести выделение этого фрагмента. Для решения таких задач в работе предлагается использовать непрерывное вейвлет-преобразование на основе двумерных вейвлет-фильтров [1, 4, 5, 10]. Для дальнейшего развития подхода Лавса (Laws) [1], с учетом пространственно-частотных особенностей характерного фрагмента, подбираем либо один двумерный фильтр, либо два одномерных фильтра (для обработки изображения по столбцам и строкам соответственно). Матричное перемножение коэффициентов одномерных фильтров образует матрицу коэффициентов двумерного фильтра, с помощью которого обрабатывается изображение. В качестве одномерных фильтров можно использовать вейвлеты Хаара, Гаусса, базисные функции гиперболического вейвлет-преобразования и другие [6 – 8]. Возможно также использование фильтров, которые не являются вейвлет-фильтрами в обычном смысле, но количество коэффициентов которых, можно изменять при сохранении формы их импульсной характеристики, что

эквивалентно изменению масштаба в вейвлет-преобразовании. На этапе предварительной обработки изображения осуществляется либо двумерная свертка исходного изображения с двумерным фильтром, либо последовательные одномерные свертки с соответствующими фильтрами по строкам и столбцам. Во втором случае можно использовать быстрые алгоритмы на основе преобразования Фурье для выполнения свертки.

Методика локализации характерных фрагментов изображения на основе двумерных вейвлет-фильтров предполагает выполнение следующих этапов:

Этап 1. Исходное изображение преобразуется в полутоновое.

Этап 2. Для сжатия динамического диапазона и ослабления влияния мультипликативной помехи осуществляется логарифмическое преобразование интенсивности изображения.

Этап 3. Осуществляется нормализация значений интенсивности полученного изображения к диапазону 0-255.

Этап 4. Выполняется свертка нормализованного изображения с двумерным фильтром. Во избежание краевых эффектов перед сверткой изображение расширяется по краям на величину, определяемую соответствующими размерами маски фильтра.

Этап 5. Осуществляется подсчет энергии значений интенсивности изображения в пределах скользящего (с перекрытием) окна, размеры (в пикселях) и форма которого соответствуют локализуемому объекту.

Полученное значение энергии в локальной области (в пределах окна) присваивается в результирующем изображении пикселю, координаты которого совпадают с координатами левого верхнего угла окна.

Этап 6. Определяется максимальное значение интенсивности в полученном изображении и его координаты.

Этап 7. На основании найденных координат максимума и известных размеров окна определяется расположение локализуемого объекта на исходном изображении.

Как правило, в практических приложениях известны не только размеры объекта, но и ориентировочная область его расположения, что позволяет ускорить процесс локализации за счет отказа от обработки участков изображения, где заведомо не может быть интересующего нас объекта.

Использование комбинаций различных фильтров для обработки строк и столбцов изображения способствует повышению точности локализации характерных фрагментов на изображении.

Полученные теоретические результаты апробированы при реализации процедуры локализации характерных фрагментов

изображения в различных прикладных задачах распознавания образов: номерных знаков на автомобилях, маркировки на железнодорожных вагонах и контейнерах, текстовых надписей на упаковках с различным фоном, элементов лица человека на цифровых фотографиях и т.п. Примеры локализации характерных фрагментов представлены на рис.

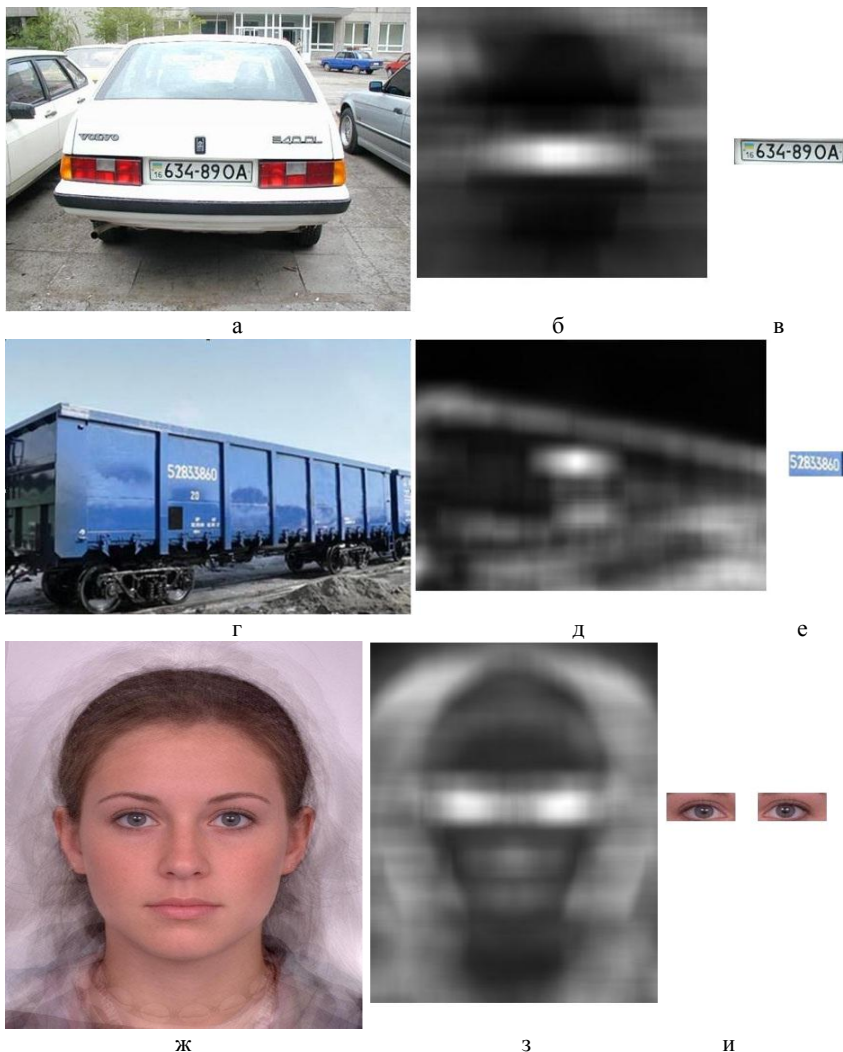


Рис. Примеры локализации характерных фрагментов

Для локализации характерных фрагментов (рис.) использовались двумерные фильтры размером 25×5 , полученные матричным умножением вейвлета Гаусса (первая производная функции Гаусса – взято 25 отсчетов на интервале $[-4; 4]$) и гиперболического вейвлета (5 отсчетов на интервале $[0.5; -0.5]$). На рис. б, д, з показаны изображения, полученные в результате вычисления энергии в скользящем окне (этап 5 методики). На этих рисунках отчетливо видны области, соответствующие максимальным значениям интенсивности, определяющие положение характерных фрагментов. При необходимости выделить несколько характерных фрагментов необходимо после обнаружения первого фрагмента обнулить интенсивность соответствующего участка на изображении энергии (рис. б, д, з) и вновь выполнить поиск максимума интенсивности.

Выводы. Предложено для локализации характерных фрагментов на изображении использовать на этапе предварительной обработки изображения двумерную фильтрацию на основе непрерывного вейвлет-преобразования.

Двумерные вейвлет-фильтры получены матричным умножением коэффициентов одномерных вейвлет-фильтров. Их применение приводит к подчеркиванию границ фрагментов изображения с заданными характеристиками. В дальнейшем находится максимум энергии интенсивности пикселей в пределах, задаваемых некоторым окном (в простейшем случае прямоугольным), скользящим по отфильтрованному изображению. По координатам максимума и известным размерам окна выполняется локализация характерного фрагмента.

В зависимости от поставленной цели обработки и характеристик выделяемых фрагментов изображения, предложено использовать комбинации различных одномерных вейвлет-фильтров (Гаусса, Хаара и др.) с соответствующими масштабами. При этом возможно использование фильтров, которые не являются вейвлет-фильтрами в обычном смысле, но количество коэффициентов которых, можно изменять при сохранении формы их импульсной характеристики, что эквивалентно изменению масштаба в вейвлет-преобразовании.

Разработанная методика локализации характерных фрагментов на изображении представляет интерес для специалистов, занимающихся компьютерной обработкой и распознаванием изображений.

Список литературы: 1. *Шапиро Л.* Компьютерное зрение / Л. Шапиро, Дж. Стокман. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 752 с. 2. *Март Д.* Зрение. Информационный подход к изучению представления и переработке зрительных образов / Д. Март. – М.: Радио и связь, 1987. – 400 с. 3. *Бабилунга О.Ю.* Формальное описание лиц в системах

компьютерного распознавания / *О.Ю. Бабилунга., Т.А. Бурак* // *Мат. Міжнарод. наук. молод. школи. "Системи та засоби штучного інтелекту"*. – Донецьк: ІПШ "Наука і освіта". – 2008. – С. 9 – 12. **4.** *Малла С.* Вейвлеты в обработке сигналов / *С. Малла.* – М.: Мир, 2005. – 671 с. **5.** *Добеши И.* Десять лекций по вейвлетам / *Под ред. А.П. Петухова.* – М.: Ижевск, Регулярная и хаотическая динамика, 2001. – 464 с. **6.** *Антощук С.Г.* Анализ базисных функций вейвлет-преобразования при мультимасштабном контурном представлении изображений / *С.Г. Антощук, А.А. Николенко, Е.В. Ткаченко* // *Електромашинобудування та електрообладнання.* – 2009. – Вип. 72. – С. 15 – 19. **7.** *Антощук С.Г.* Использование вейвлет-преобразования при локализации последовательностей символов / *С.Г. Антощук, А.А. Николенко, Е.В. Ткаченко, О.Ю. Бабилунга* // *Искусственный интеллект.* – 2009. – № 4. – С. 23 – 29. **8.** *Антощук С.Г.* Адаптивна локалізація символічних написів на зображеннях методом вейвлет-аналізу / *С.Г. Антощук, А.А. Николенко, Е.В. Ткаченко, О.Ю. Бабилунга* // *Вісник ЖІТІ.* – 2008. – № 4. – С. 125 – 130. **9.** *Антощук С.Г.* Локалізація квазіперіодических послідовностей на зображеннях / *С.Г. Антощук, А.А. Николенко, Тьен Т.К. Нгуен* // *Комп'ютерні науки і технології.* – 2009. – № 2.– С. 35 – 40. **10.** *Короновский А.А.* Непрерывный вейвлетный анализ и его приложения / *А.А. Короновский, А.Е. Храмов.* – М.: Физматлит, 2003. – 176 с.

Статья представлена д.т.н., проф. ОНПУ Копытчуком Н.Б.

УДК 004.932

Локалізація характерних фрагментів зображення на основі двовірних вейвлет-фільтрів / Николенко А.О., Бабилунга О.Ю., Зайковський В.М. // *Вісник НТУ "ХПІ". Тематичний випуск: Інформатика і моделювання.* – Харків: НТУ "ХПІ". – 2011. – № 36. – С. 122 – 127.

Запропоновано для локалізації характерних фрагментів на зображенні використовувати двовірну фільтрацію на основі неперервного вейвлет-перетворення. Двовірні вейвлет-фільтри одержані матричним множенням коефіцієнтів одновірних вейвлет-фільтрів. Запропонована методика локалізації характерних фрагментів зображення, наведені результати її апробації для різних приложень. Іл.: 1. Бібліогр.: 10 назв.

Ключові слова: зображення, локалізація, характерні фрагменти, неперервне вейвлет-перетворення, двовірні вейвлет-фільтри.

UDC 004.932

Localization of specific image fragments based on two-dimensional wavelet filters / Nikolenko A.A., Babilunga O.Yu., Zaykovskij V.N. // *Herald of the National Technical University "KhPI". Subject issue: Information Science and Modelling.* – Kharkov: NTU "KhPI". – 2011. – № 36. – P. 122 – 127.

The localization of specific image fragments using a two-dimensional filtering based on continuous wavelet transform is offered. Two-dimensional wavelet filters are obtained by matrix multiplication of the coefficients of one-dimensional wavelet filters. Technique localization of specific image fragments is offered. Results of testing for different applications are considered. Figs.:1. Refs.: 10 titles.

Keywords: image, localization, image fragments, continuous wavelet transform, two-dimensional wavelet filters.

Поступила в редакцію 11.07.2011