

ДВУМЕРНЫЙ ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗ ИЗОБРАЖЕНИЙ

М. С. Бабий, канд. техн. наук; А. П. Чекалов, канд. техн. наук,
Сумский государственный университет
mbabiy@id.sumdu.edu.ua

Целью работы является разработка алгоритма и программы распознавания изображений на основе вейвлет-анализа. При этом используются двумерные вейвлеты Габора, имеющие форму плоской волны, ограниченной по амплитуде функцией Гаусса [1]. Каждый вейвлет

$$\psi_j(\vec{r}) = \frac{k_j^2}{\sigma^2} \exp\left(-\frac{k_j^2 r^2}{2\sigma^2}\right) \left[\exp(i\vec{k}_j \vec{r}) - \exp\left(-\frac{\sigma^2}{2}\right) \right]$$

из заданного набора определяется своим волновым вектором k_j для пяти различных частот и восьми различных ориентаций:

$$\vec{k}_j = (k_{jx}, k_{jy}) = (k_p \cos \varphi_q, k_p \sin \varphi_q),$$

$$k_p = 2^{-\frac{p+2}{2}} \pi, \quad \varphi_q = q \frac{\pi}{8}, \quad j = q + 8p,$$

$$p = 0, \dots, 4, \quad q = 0, \dots, 7.$$

Вейвлет-преобразование изображения, заданного массивом яркостей $I(\vec{r})$, представляется сверткой $R_j(\vec{r}_0)$ изображения с j -м вейвлетом из набора:

$$R_j(\vec{r}_0) = \int I(\vec{r}) \psi_j(\vec{r} - \vec{r}_0) dx dy.$$

Вектор признаков распознавания для изображения строится из значений R_j в узлах решетки с шагом 8 пикселей по горизонтали и вертикали. Такой шаг вполне приемлем для изображений с длиной стороны порядка ста пикселей. Непосредственное вычисление свертки:

$$R(\vec{r}) = I(\vec{r}) * \psi(\vec{r}) \quad (1)$$

достаточно трудоемко. Применяя к обеим частям (1) прямое F и обратное F^{-1} дискретные преобразования Фурье, приходим к формуле, в которой вместо свертки используется умножение спектров

$$R(\vec{r}) = F^{-1}\{F[I(\vec{r})]F[\psi(\vec{r})]\}.$$

Для выполнения преобразования F удобно использовать алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ).

В соответствии с описанным алгоритмом разработана программа распознавания черно-белых графических изображений. Программа написана на языке C++ для среды Visual Studio 2008. Компьютерная обработка изображений выполняется с помощью дополнительной библиотеки OpenCV v2.0, скомпилированной для Visual Studio. Допустимыми форматами для изображений являются pgm, bmp, dib, png, tif, jpg, jpeg.

Для тестирования программы использовалась ORL-база изображений лиц, при этом тестовый и обучающий наборы включали по 50 изображений. Тестирование при 10 классах распознавания показало, что только одно изображение из 50 было распознано неправильно.