

СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ФИЛЬТРОВ ГАБОРА И ЛОГ-ГАБОРА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ВЕКТОРА ПРИЗНАКОВ В ЗАДАЧЕ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ

Ю.В. Савицкий

(г. Томск, Томский политехнический университет)

E-mail: mr-l-ik@yandex.ru

EFFECTIVENESS COMPARISON OF APPLYING GABOR AND LOG-GABOR FILTERS FOR FEATURE VECTOR CONSTRUCTION IN THE FIELD OF FACE RECOGNITION

Yu.V. Savitskiy

(Tomsk, Tomsk Polytechnic University)

Abstract. This paper is devoted to the problem of choosing feature vector extraction method for face recognition. Gabor filters and log-Gabor filters are reviewed. The effectiveness of the proposed algorithms are tested using Caltech Faces base. This work is a part of the face recognition project which is being developed in Tomsk Polytechnic University.

Keywords: Computer vision, face recognition, Gabor filters, log-Gabor filters, feature vector.

Введение. В данной работе проведено сравнение эффективности использования фильтров Габора и лог-Габора для последующего формирования вектора признаков из изображений лица для решения задачи распознавания. Эффективность работы была протестирована на базе лиц Caltech Faces, состоящей из 450 изображений людей в разных условиях освещения и фокусировки камеры. При реализации методов использована библиотека OpenCV. Исследование проводилось в рамках разработки системы распознавания лиц, разрабатываемой в Институте кибернетики Томского политехнического университета.

Фильтр Габора. Фильтрация ядрами Габора является популярным методом обработки изображений для выделения краёв [1, 2]. Действительные части ядер фильтра Габора строятся по формуле:

$$g(x, y; \lambda, \theta, \psi, \sigma, \gamma) = e^{-\frac{x'^2 + y'^2}{2\sigma^2}} \cos\left(2\pi \frac{x'}{\lambda} + \psi\right),$$
$$x' = x \cos(\theta) + y \sin(\theta),$$
$$y' = -x \sin(\theta) + y \cos(\theta).$$

Здесь λ – длина волны множителя-косинуса; θ – определяет ориентацию нормали параллельных полос функции Габора в градусах; ψ – сдвиг фаз в градусах; γ – коэффициент сжатия, характеризующий эллиптичность функции Габора.

Фильтр лог-Габора. Фильтр лог-Габора является модификацией фильтра Габора. Особенностью данного фильтра является использование в формуле построения ядер функции логарифма [3]. Функцию построения ядер можно записать следующим образом:

$$G_{pk} = G(\rho, \theta, p, k) = e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\rho - \rho_k}{\sigma_\rho}\right)^2} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\theta - \theta_{pk}}{\sigma_\theta}\right)^2},$$
$$\rho_k = \log_2(n) - k,$$
$$\theta_{pk} = \begin{cases} \frac{\pi}{P}p, & \text{if } k \text{ is odd,} \\ \frac{\pi}{P}\left(p + \frac{1}{2}\right), & \text{if } k \text{ is even,} \end{cases}$$
$$(\sigma_\rho, \sigma_\theta) = 0.996 \left(\sqrt{\frac{2}{3}}, \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{\pi}{P} \right).$$

Здесь ρ и θ – лог-полярные координаты; k – индекс размера; p – индекс поворота; P – максимальный индекс поворота; пара ρ_k и θ_{pk} задают частотный центр фильтра; σ_ρ и σ_θ задают угловую и радиальную ширину полос.

Для удобства построения и применения можно воспользоваться рекомендациями из источника [4]. В таком случае мы получим ядра фильтра в частотной области.

Результаты. Изображения лиц из фотографий базы Caltech Faces извлекались с помощью метода Виолы-Джонса. Полученные изображения приводились к размеру 150×150 пикселей для удобства обработки. После фильтрации выполнялись операции нормализации и эквализации. Пример обработанных изображений приведён на рис. 1 и 2.

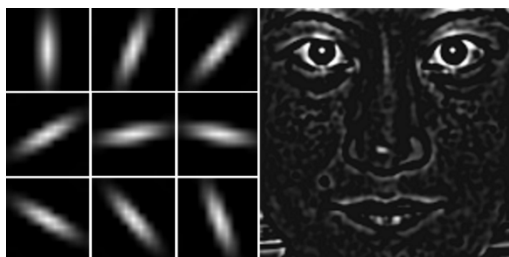


Рис. 1. Слева: пример банка ядер фильтра Габора; Справа: пример получаемого после фильтрации изображения

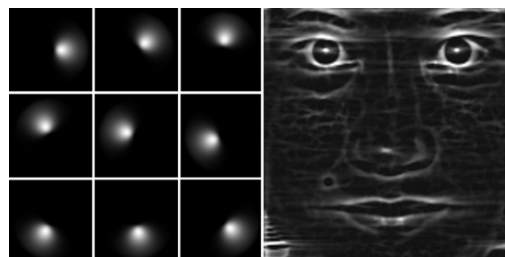


Рис. 2. Слева: пример банка ядер фильтра лог-Габора в частотной области; Справа: пример получаемого после фильтрации изображения

Для формирования вектора признаков стандартное отклонение вычислялось в квадратных областях 10×10 со смещением в 2 пикселя по горизонтали и по вертикали. В результате получаемый вектор признаков имел длину 4900.

Полученные векторы сравнивались с помощью метрики Евклида. Для оценки эффективности была использована характеристика EER – равный уровень ошибок FAR и FRR. FAR – вероятность ложного обнаружения, а FRR – вероятность пропуска цели. Чем меньше EER, тем более эффективным считается алгоритм распознавания. Результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1

Сравнение эффективности распознавания при использовании фильтров Габора и лог-Габора

Метод	EER, %	Время обработки, с	Длина вектора признаков
Фильтр Габора	11,0681	0,165	4900
Фильтр лог-Габора	6,92548	0,145	4900

Заключение. В результате проделанной работы было проведено сравнение двух методов фильтрации изображения для последующего построения вектора признаков из изображения лица для решения задачи распознавания. Из данных, представленных в табл. 1, следует вывод, что фильтр лог-Габора позволяет добиться лучшего результата по сравнению с фильтром Габора, затратив при этом меньшее количество времени.

Список литературы

1. Савицкий Ю.В. Использование фильтров Габора в задаче распознавания лиц для формирования вектора признаков // XII Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых учёных «Молодёжь и современные информационные технологии». – 2014. – Т. 1. – С. 76–77
2. Кермани Коланкех Араш Нахождение параметров и удаление постоянной составляющей фильтра Габора для обработки изображений / Кермани Коланкех Араш, В.Г. Спицын, Ф. Хамкер // Известия ТПУ. – Томск: ТПУ, 2011. – Т. 318, № 5: Управление, вычислительная техника и информатика. – С. 57–59
3. Fischer S. et al. How to construct Log-Gabor filters. Open Access Digital CSIC Document. – 2009.
4. Kovesi P. What are Log-Gabor Filters and why are they good? //School of Computer Science & Software Engineering, The University of Western Australia. – 2000.