

Лабораторная работа №3

Разработка программы распознавания объектов на спутниковых изображениях с использованием характерных признаков Хаара

1. Получить у преподавателя примеры цветных цифровых спутниковых изображений.
2. В среде Spyder (сборка Anaconda) на языке Python 3.x создать проект и подключить библиотеку *scikit-image* (*opencv* использовать нельзя!).
3. Из л.р. 1,2 взять модули загрузки цветного цифрового изображения и обработки пикселей.
4. Запрограммировать формулу перевода цветного цифрового изображения в полутоновое цветовое пространство.
5. Запрограммировать алгоритм определения характерных признаков Хаара (расширенный набор, описание признаков дано ниже, еще раз: *opencv* использовать нельзя!).
6. Для объекта в соответствии с вариантом (В1: легковая машина, В2: грузовая машина, В3: крыша дома, В4: человек) найти значения характерных признаков Хаара (обучить признаки на объекте).
7. Провести эксперимент по распознаванию объектов с визуализацией результатов (в том числе визуализацией применения характерных признаков на изображении).
8. Дать комментарий каждой строчке кода!
9. Продемонстрировать работу программы преподавателю.
10. Построить график ошибок первого и второго рода по результатам распознавания.
11. Подготовить и защитить отчет (титульный лист, задание, теоретическая часть, диаграмма структуры программы, принтскрины интерфейса и основных шагов работы программы, заключение и выводы, листинг программы с комментариями, список использованной литературы).

Распознавание областей интересов, основанный на каскадном детекторе с использованием характерных признаков Хаара

Характерным признаком Хаара f_j называется некоторая величина, вычисляемая для прямоугольной области, состоящей из пикселей и задаваемой параметрами: x, y, w, h, α , где x, y - координата левого верхнего угла прямоугольной области в окне поиска; w, h - соответственно ширина и высота прямоугольной области в пикселях; α - угол наклона одной из сторон прямоугольной области, причем $0 \leq x, x+w \leq X, 0 \leq y, y+h \leq Y, x, y \geq 0, w, h > 0$ и $\alpha \in \{0^\circ, 45^\circ\}$ (рис. 1). Кроме того, каждый характерный признак Хаара разбит на два или три “белых” и “черных” прямоугольника. Расширенный набор характерных признаков Хаара включает: граничные (1), линейные (2) и центровые (3) характерные признаки в соответствии с рисунком 2. Данные признаки заимствовали свою структуру и название из вейвлетного базиса Хаара [Viola P., Jones M. Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features // Proc. of Conf. on Comp. Vision and Patt. Recog.- Kauai, 2001.-Vol.1.-P.511-518].

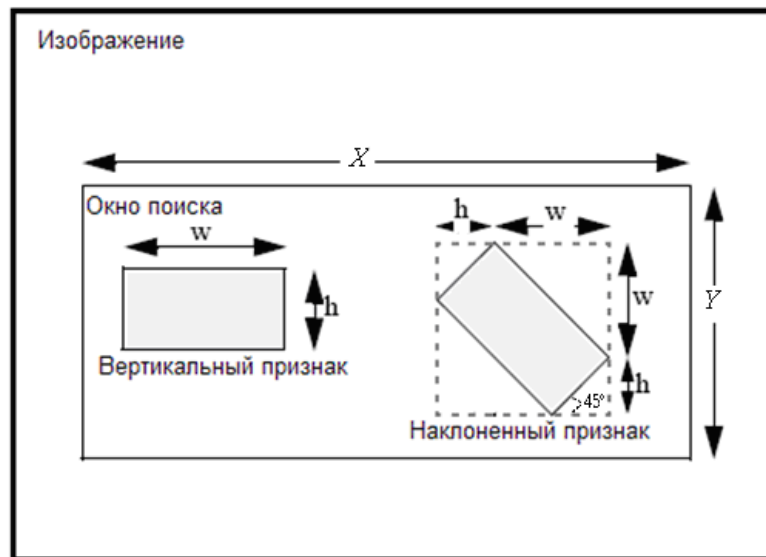


Рис. 1. Пример вертикальных и наклоненных признаков Хаара

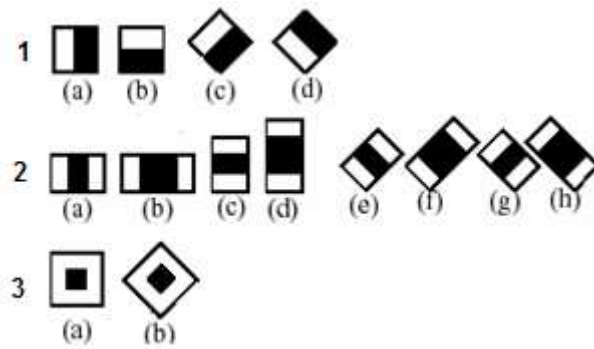


Рис. 2. Расширенный набор базовых характерных признаков Хаара

Окном поиска в кадре $I(V, W)$ называется прямоугольная область $Ok_{kl}(X, Y)$, содержащая множество пикселей X по горизонтали и Y по вертикали, в которой применяется основная функциональность рассматриваемого алгоритма для входного кадра $I(V, W)$, где k - значение коэффициента масштабирования окна поиска, обычно $k=1, 1.2, 1.4, 1.8, 2$ (рис. 2.15). Выбор масштаба признака может быть сделан экспертно на этапе обучения характерного признака на объекте.

Значение каждого признака f_j вычисляется путем применения его к некоторой части кадра $I(V, W)$ в окне поиска $Ok_{kl}(X, Y)$. Для признака f_j состоящего из двух прямоугольников, значение вычисляется как разница между суммой значений полутоновых пикселей, накрытых черным и белым прямоугольным регионом. Для признака f_j состоящего из трех прямоугольников — из суммы значений полутоновых пикселей прямоугольника находящегося по центру вычитается сумма значений пикселей прямоугольников расположенных по краям.

Кроме задания набора характерных признаков, еще одной задачей при автоматическом выделении кистей в кадре $I(V, W)$ с помощью характерных признаков Хаара является задача классификации (распознавания). Классификация выделенных характеристик необходима для определения того, к какому классу относится объект, содержащий эти характерные признаки (в данном случае рассматривается два класса: класс объекта и класс фоновых изображений).

Для того чтобы построить классификатор для каждого характерного признака Хаара f_j , определяется простой классификатор Kh_j :

$$Kh_j = \begin{cases} 1, & \text{если } |f_j| \prec \theta_j \\ 0, & \text{в остальных случаях} \end{cases}, \quad (2.11)$$

где f_j – значение характерного признака Хаара найденного в окне поиска $Ok_{kl}(X,Y)$ кадра $I_t(V,W)$, θ_j значение порога, выбираемого экспериментально.

Таким образом, для того чтобы распознавать объект на изображении необходимо:

1. *Вычислить значения каждого характерного признака Хаара для данного объекта (этап обучения).*
2. *На основании этих значений выбрать масштаб, положение каждого характерного признака Хаара на объекте и значение порога (этап обучения).*
3. *Задать простые классификаторы (этап обучения).*
4. *Начать обработку изображения окном поиска слева направо, сверху вниз. Применить простые классификаторы к входному изображению в окне (этап распознавания).*
5. *Если большая часть простых классификаторов равна 1, то признать объект распознанным на изображении в данном окне поиска (этап распознавания).*

Например, для нахождения кисти может быть обучен один классификатор Kh с одним характерным признаком f . То есть, выбраны размер окна поиска $X \times Y$ и размеры характерного признака $w \times h$, выбран вид характерного признака, к примеру 1а, и найдены координаты в окне поиска $Ok_{kl}(X,Y)$ для этого признака при котором его значения меньше некоторого заданного порога θ .

На рисунке 3 показано нахождение кисти человека в кадре с помощью обученного простого классификатора. Кадр $I_t(V,W)$ сканируется окном поиска $Ok_{kl}(X,Y)$ размером 15×30 пикселей с применением характерного признака

Хаара 1a размером 3×9 в заданных координатах. На рисунке, фаланга безымянного пальца светлее промежутка между фалангами среднего и безымянного пальцев, поэтому значение признака f меньше заданного порога θ и классификатор Kh равен единице. Кисть считается найденной в данной области кадра $Ok_{kt}(X,Y)$. И таким образом окно поиска $Ok_{kt}(X,Y)$ является искомой областью интересов $Ob_i(X,Y)$ в данном кадре $I_i(V,W)$.



Рис. 3. Нахождение кисти в кадре с помощью характерных признаков Хаара



Рис. 4. Пример выбора масштаба и положения некоторых характерных признаков Хаара для изображения лица