

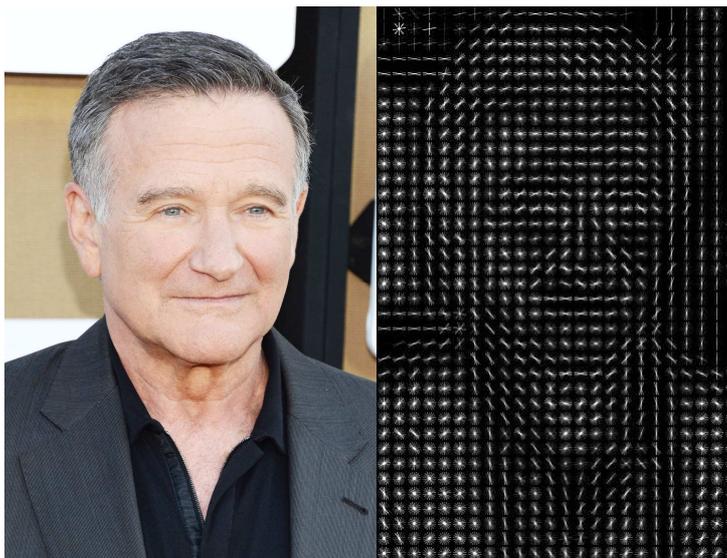
УДК 004.932.72

**ОБНАРУЖЕНИЕ ЛИЦ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ  
МЕТОДОМ ГИСТОГРАММЫ НАПРАВЛЕННЫХ ГРАДИЕНТОВ****И.И. ИВАНОВ***(Представлено: Е.С. ГАТИХО)*

*Рассматривается возможность обнаружения и локализации лиц на изображениях с помощью применения метода, основанного на построении гистограммы направленных градиентов в совокупности с методом скользящего окна.*

В задачах, связанных с машинным зрением, одной из самых ресурсоемких подзадач остается обнаружение и локализация объекта на изображении для последующей обработки выделенного участка алгоритмами классификации. Метод, основанный на построении гистограммы направленных градиентов, является одним из самых эффективных решений, используемых для обнаружения объектов.

Основной идеей данного алгоритма является допущение, что внешний вид и форма объекта на фрагменте изображения могут быть описаны распределением градиентов интенсивности. При описании фрагмента изображения оно разбивается на несколько небольших участков, называемых ячейками. В ячейках вычисляются гистограммы направленных градиентов внутренних пикселей. Таким образом, конечный дескриптор, являющийся комбинацией всех гистограмм, отображает направления перехода от света к темноте по всему изображению, показывая упрощенное представление объектов на нем, независимо от его яркости [1]. Пример гистограммы направленных градиентов представлен на рисунке 1.



**Рисунок 1. – Пример гистограммы направленных градиентов**

Как видно, объекты на гистограмме упрощенно представляются множеством направлений градиентов, что позволяет выделить их формы и, соответственно, примерный внешний вид искомого объекта. Этого вполне достаточно для его легкой локализации с использованием канонического шаблона, составленного с использованием некоторой выборки изображений, непосредственно содержащих искомым объект в необходимой проекции.

При вычислении градиентов производится свертка изображения с ядрами  $[-1, 0, 1]$  и  $[-1, 0, 1]^T$ , в результате чего образуются две матрицы  $D_x$  и  $D_y$  производных вдоль осей  $x$  и  $y$  соответственно. Эти матрицы используются для вычисления углов и модулей градиентов в каждой точке изображения.

Каждому интервалу ставится в соответствие бин гистограммы. Тогда гистограмма ячейки заполняется так, что величина градиента в каждой внутренней его точке добавляется к величине бина, соответствующего интервалу, содержащему угол данного градиента [2].

Дескриптор гистограммы ориентированных градиентов имеет несколько преимуществ над другими дескрипторами. Поскольку он работает локально, метод поддерживает инвариантность геометриче-

ских и фотометрических преобразований, за исключением ориентации объекта. Подобные изменения появятся только в больших фрагментах изображения.

Для непосредственного обнаружения и локализации объекта разумно воспользоваться методом скользящего окна, заключающегося в отыскании такого участка изображения, который наиболее похож на известный шаблон объекта. Пример шаблона человеческого лица, составленного с помощью набора изображений лиц в фронтальной проекции, представлен на рисунке 2.

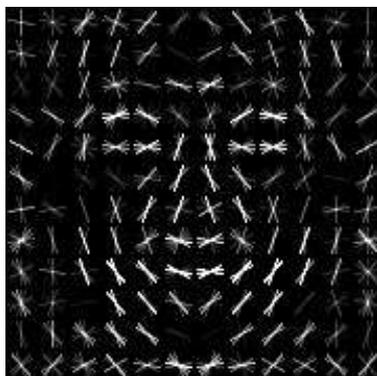


Рисунок 2. – Пример шаблона человеческого лица

Метод скользящего окна использует проход изображения областью, последовательно меняющей свое положение и размер, а также нахождение некоторого коэффициента схожести участка изображения, над которым на данном шаге находится текущее «окно» и шаблона искомого объекта.

Также иногда применяются некоторые модификации и улучшения метода скользящего окна в виде, например, динамического шага перемещения или коэффициента масштабирования окна в зависимости от содержимого изображения в соседних областях, что позволяет исключить излишние вычислительные операции и ускорить процесс обнаружения [2].

Также операции, связанные с процессом обнаружения, могут быть разбиты на несколько независимых друг от друга частей и произведены в несколько вычислительных потоков, что только ускорит работу алгоритма.

Следует отметить, что обнаружение таких объектов, как человеческие лица, не требует наличия множества деталей на изображении, что, безусловно, дает возможность масштабировать крупные изображения, многократно выигрывая в производительности, не теряя процента обнаружения, если не требуется локализация лиц относительно малых размеров.

Исходя из вышеописанного можно сделать следующие **выводы**. Применение метода обнаружения объектов на изображении, основанного на построении гистограммы направленных градиентов для обнаружения и локализации лиц, позволяет решать поставленную задачу с высокой точностью, не прибегая к высоким затратам вычислительных ресурсов. Это дает возможность построения систем обнаружения лиц не только на статичных изображениях, но и на множестве кадров, образующих видеопоток. Более того, с применением вышеописанных оптимизаций, модификаций и ухищрений, нацеленных на ускорение работы метода скользящего окна, метод, использующий построение гистограммы направленных градиентов, позволяет создавать легкие и эффективные системы обнаружения лиц даже для мобильных платформ, ограниченных в вычислительных мощностях, без ощутимого снижения эффективности.

Вкупе с невысокой чувствительностью к силе освещения, метод, основанный на построении гистограммы направленных градиентов, является одним из самых эффективных и популярных в сфере обнаружения и локализации объектов, задаваемых единым каноничным шаблоном, сгенерированным на небольшом множестве примеров изображений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гистограмма направленных градиентов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Гистограмма\\_направленных\\_градиентов](https://ru.wikipedia.org/wiki/Гистограмма_направленных_градиентов). – Дата обращения: 01.09.2017.
2. Южаков, Г.Б. Алгоритм быстрого построения дескрипторов изображения, основанных на технике гистограмм ориентированных градиентов / Г.Б. Южаков // ТРУДЫ МФТИ. – 2013. – Т. 5, № 3. – С. 87.