**Признаки Хаара** — признаки цифрового изображения, используемые в [распознавании образов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%8F_%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F_%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B2). Своим названием они обязаны интуитивным сходством с [вейвлетами Хаара](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B5%D0%B9%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D1%82_%D0%A5%D0%B0%D0%B0%D1%80%D0%B0" \o "Вейвлет Хаара). Признаки Хаара использовались в первом детекторе лиц, работающем в реальном времени.

Исторически сложилось так, что алгоритмы, работающие только с интенсивностью изображения (например значение RGB в каждом пикселе), имеют большую вычислительную сложность. В работе Папагеоргиу, была рассмотрена работа с множеством признаков, основанных на [вейвлетах Хаара](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B5%D0%B9%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D1%82_%D0%A5%D0%B0%D0%B0%D1%80%D0%B0" \o "Вейвлет Хаара). Виола и Джонсадаптировали идею использования вейвлетов Хаара и разработали то, что было названо признаками Хаара. Признак Хаара состоит из смежных прямоугольных областей. Они позиционируются на изображении, далее суммируются интенсивности пикселей в областях, после чего вычисляется разность между суммами. Эта разность и будет значением определенного признака, определенного размера, определенным образом спозиционированного на изображении.

Для примера рассмотрим базу данных с человеческими лицами. Общим для всех изображений является то, что область в районе глаз темнее, чем область в районе щек. Следовательно общим признаком Хаара для лиц является 2 смежных прямоугольных региона, лежащих на глазах и щеках.

На этапе обнаружения в [методе Виолы — Джонса](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4_%D0%92%D0%B8%D0%BE%D0%BB%D1%8B_%E2%80%94_%D0%94%D0%B6%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%B0) окно установленного размера движется по изображению, и для каждой области изображения, над которой проходит окно, рассчитывается признак Хаара. Наличие или отсутствие предмета в окне определяется разницей между значением признака и обучаемым порогом. Поскольку признаки Хаара мало подходят для обучения или классификации (качество немного выше чем у [случайной нормально распределенной величины](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5)), для описания объекта с достаточной точностью необходимо большее число признаков. Поэтому в методе Виолы — Джонса признаки Хаара организованы в каскадный классификатор.

Ключевой особенностью признаков Хаара является наибольшая, по сравнению с остальными признаками, скорость. При использовании [интегрального представления изображения](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%98%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%B8%D0%B7%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F&action=edit&redlink=1), признаки Хаара могут вычисляться за постоянное время (примерно 60 процессорных инструкций на признак из двух областей).

Прямоугольные признаки Хаара

Простейший прямоугольный признак Хаара можно определить как разность сумм пикселей двух смежный областей внутри прямоугольника, который может занимать различные положения и масштабы на изображении. Такой вид признаков называется 2-прямоугольным. Виола и Джонс так же определили 3-прямоугольные и 4-прямоугольные признаки. Каждый признак может показать наличие (или отсутствие) какой-либо конкретной характеристики изображения, такой как границы или изменение текстур. Например, 2-прямоугольный признак может показать, где находится граница между темным и светлым регионами.

Наклонные признаки Хаара

Линхарт и Майд[]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D0%BA%D0%B8_%D0%A5%D0%B0%D0%B0%D1%80%D0%B0" \l "cite_note-3) представили идею наклоненных (45 градусов) признаков Хаара. Это было сделано для увеличения размерности пространства признаков. Способ оказался удачным и некоторые наклонные признаки были способны лучше описывать объект. Например, 2-прямоугольный наклонный признак Хаара может показать наличие края, наклоненного на 45 градусов.

Мессом и Барзак дополнили концепцию наклонных признаков Хаара. Хоть идея и является математически верной, на практике при использовании признаков под разными углами возникают проблемы. Для ускорения вычислений, детектор использует изображения низкого разрешения, что приводит к ошибке округления. Исходя из этого, наклонные признаки Хаара обычно не используются.