

Распознавание подобных изображений в больших базах данных

*Протасов В. И., Потапова З. Е., Сулейменов О. М.,
Сыроежкин Р. В., Челинцева Е. В.*
protonus@yandex.ru

Московский государственный горный университет

В настоящей работе рассматриваются простые геометрические методы распознавания для двух видов объектов: контуров предметов и растровых изображений.

Каждому объекту методы ставят в соответствие некоторый двоичный дескриптор, однозначно описывающий этот объект. Методы построены таким образом, что если предлагаемый к распознаванию объект может быть получен из любого объекта базы данных с помощью поворота на произвольный угол, изменения масштаба и кадрирования (а в случае растрового изображения и изменения освещенностей в разумных пределах), то он должен найтись в базе данных по совпадению частей дескрипторов. Общая часть искомого изображения и изображения из базы данных, подобного ему, должна составлять при этом более половины изображения.

Метод распознавания объектов по контурам подробно описан в [1]. Там предложен метод нахождения характерных точек контура, которые могут быть получены при использовании единственного настроечного параметра. Вначале на контуре находятся две крайних характерных точки, являющихся концами главного, наибольшего диаметра контура, а следующие характерные точки находятся с использованием простого геометрического метода. Суть его заключается в следующем: между двумя характерными точками при обходе контура можно поставить еще одну, удовлетворяющую двум условиям:

- сумма расстояний от первой характерной точки до испытуемой, и от испытуемой до второй характерной точки должна быть максимальной;
- отношение высоты, опущенной из испытуемой точки на основание образованного тремя точками треугольника, к длине основания превышает некую наперед заданную величину (обычно 0.05).

Далее для произвольной характерной точки строится вспомогательный треугольник, образованный ею и двумя соседними характерными точками. Из треугольника берутся две относительные величины:

- отношение длины наименьшей стороны, прилегающей к данной характерной точке, к длине наибольшей стороны;

— отношение длины противоположной стороны к сумме длин прилегающих.

В единичном квадрате характерной точкой ставится в соответствие изображающая точка, стоящая на пересечении двух таким образом полученных относительных координат. Единичный квадрат разбивается на 32×32 клетки, и эта точка становится единицей в 1024-разрядном дескрипторе изображения. Число таких единиц, расположенных в разных частях единичного квадрата, может быть меньше числа характерных точек контура, поскольку в одну клетку единичного квадрата может попасть несколько характерных точек. На качестве распознавания этот эффект не сказывается, поскольку он проявляется одинаковым образом как на искомом изображении, так и на подобном ему. Дескрипторы контура заносятся в базу данных. В дальнейшем, если контур подвергнут аффинным преобразованиям и кадрированию, то количество совпадающих единиц дескриптора элемента базы данных и искомого будет использовано для целей распознавания.

Простой геометрический метод распознавания был применен и во втором случае, когда рассматриваются растровые изображения.

Разработка метода совмещения изображений в рамках представленной работы осуществлялась на основе анализа задач исследований Земли из космоса, при решении которых необходимо совмещать разные изображения, и основных требований к решению задачи совмещения. Общая постановка проблемы была сформулирована следующим образом.

Имеется два снимка участка земной поверхности, снятых цифровой камерой в разное время с разных высот (отличающихся, по крайней мере, не более, чем в два раза), при различном освещении (отношение средних освещенностей двух снимков не должно отличаться более чем в два раза). Ось съёмки перпендикулярна поверхности в пределах ± 5 градусов, снимки могут быть повернуты относительно оси съёмки на произвольный угол. Требуется определить, какие участки поверхности, находящиеся в области пересечения обоих снимков, подверглись изменениям (фиксация появления и исчезновения объектов, отличающихся на двух снимках). Дополнительным требованием является существование возможности определять относительные высоты объектов.

Исходя из постановки задачи, более простым решением является поиск совпадающих участков рельефа и расположенных на нём объектов, с последующим вычленением их из обоих снимков для нахождения изменений.

Для определения идентичности двух точек левого и правого снимка вокруг них проводится ряд из N окружностей. В пределах каждого кольца (первое кольцо расположено между окружностями с радиусом,

равным нулю, и первым радиусом) вычисляется средняя величина относительной освещенности. Суммарная освещенность в пределах кольца при этом делится на площадь кольца и на величину средней освещенности круга, охватывающего все кольца. Полученная таким образом относительная освещенность нормируется к целому числу (в нашей работе максимум относительной освещенности равен 255). Два полученных таким образом N -мерных вектора сравниваются друг с другом, и по величине суммарной квадратичной невязки компонент делается вывод о степени их идентичности. Если снимки получены в разных масштабах, то необходимо варьировать также внешний радиус кольцевого фильтра, оставляя неизменными их относительные радиусы. При таком подходе алгоритм распознавания идентичных точек на левом и правом снимках становится нечувствительным к повороту снимков, изменению масштаба и абсолютным величинам освещенностей.

Естественно, при таком подходе метод обладает «неподъемными» затратами вычислительного времени. Для ускорения поиска подобных изображений дескрипторы растровых изображений вычисляются следующим образом. При $N = 8$ в восьмимерном гиперкубе с длиной ребра в 256 единиц мы образуем массив из 256 реперных точек, с равномерной плотностью заполняющих его пространство. Для каждого внутреннего пикселя (отступаем от каждого края растрового изображения на величину, равную внешнему радиусу кольцевого фильтра) вычисляем координаты 8-мерного вектора по алгоритму, описанному выше. Далее находим в пространстве гиперкуба ближайшую реперную точку, и записываем по адресу этого репера относительное расстояние между этими точками, если там еще не было записи или наше относительное расстояние меньше записанного там прежде. Просканировав все внутренние пиксели растрового изображения, мы получаем его дескриптор.

Как показали вычислительные эксперименты на больших базах данных, поиск подобных изображений по дескрипторам занимает небольшое время — для ПК с тактовой частотой 2 ГГц порядка нескольких секунд. Расчет самого дескриптора составляет для растрового изображения с 256 градациями серого цвета размером более миллиона пикселей порядка десятка секунд. При работе с разномасштабными изображениями это время вырастает на порядок. Вероятность распознавания подобного изображения при параметрах, приведенных выше, составила 0.99.

Литература

- [1] *I. Kalajev, V. Protasov, V. Shapoval* An Efficient Method for the Recognition of Three-Dimensional Objects from a Contour Segment // *Pattern Recognition and Image Analysis*.— 1998. — Vol.8. No 2— P. 196–197.