

К.В. КУПЦОВ

Алгоритм поиска транспортных средств на высокоточных снимках в задачах анализа чрезвычайных ситуаций

Муромский институт
(филиал) ФГБОУ ВПО
«Владимирский
государственный
университет имени
А.Г. и Н.Г. Столетовых»,
г. Муром

В статье произведен анализ существующих алгоритмов по выделению пространственных объектов на изображении, разработан алгоритм поиска транспортных средств на высокоточных снимках в задачах анализа чрезвычайных ситуаций. В качестве результата реализации алгоритма приводится преобразованный высокоточный снимок с выделенными на нем пространственными объектами типа «транспортные средства».

Введение

Большая часть информации об окружающем мире воспринимается человеком зрительно (визуально). Именно поэтому информацию, наиболее удобно представлять в визуальной форме, например в качестве карт, графиков, чертежей, цветных и черно-белых полутонных снимков, фотографий.

При работе с высокоточными снимками местности возникает необходимость отделить значимую для пользователя часть, которая нас интересует в данный момент (пространственный объект), от всего остального (фон). Так, в случае с изображением местности – это необходимо для определения расположения пространственного объекта интересующего пользователя типа.

Как правило (в этой работе рассматривается анализ чрезвычайных ситуаций (ЧС), необходимо выделять объекты автоматически и, помимо этого, классифицировать их. При ЧС время идет на секунды, поэтому оперативное получение

результатирующих данных может оказать неоценимую помощь соответствующим службам спасения и населению [9, 10, 11]. Схему процесса определения местонахождения транспортных средств и кратчайшего расстояния до населения применительно к геоинформационным системам можно увидеть на рисунке 1 (на схеме красным цветом показаны транспортные средства, синим – население, зеленые стрелки обозначают кратчайшее расстояние для разных вариантов).

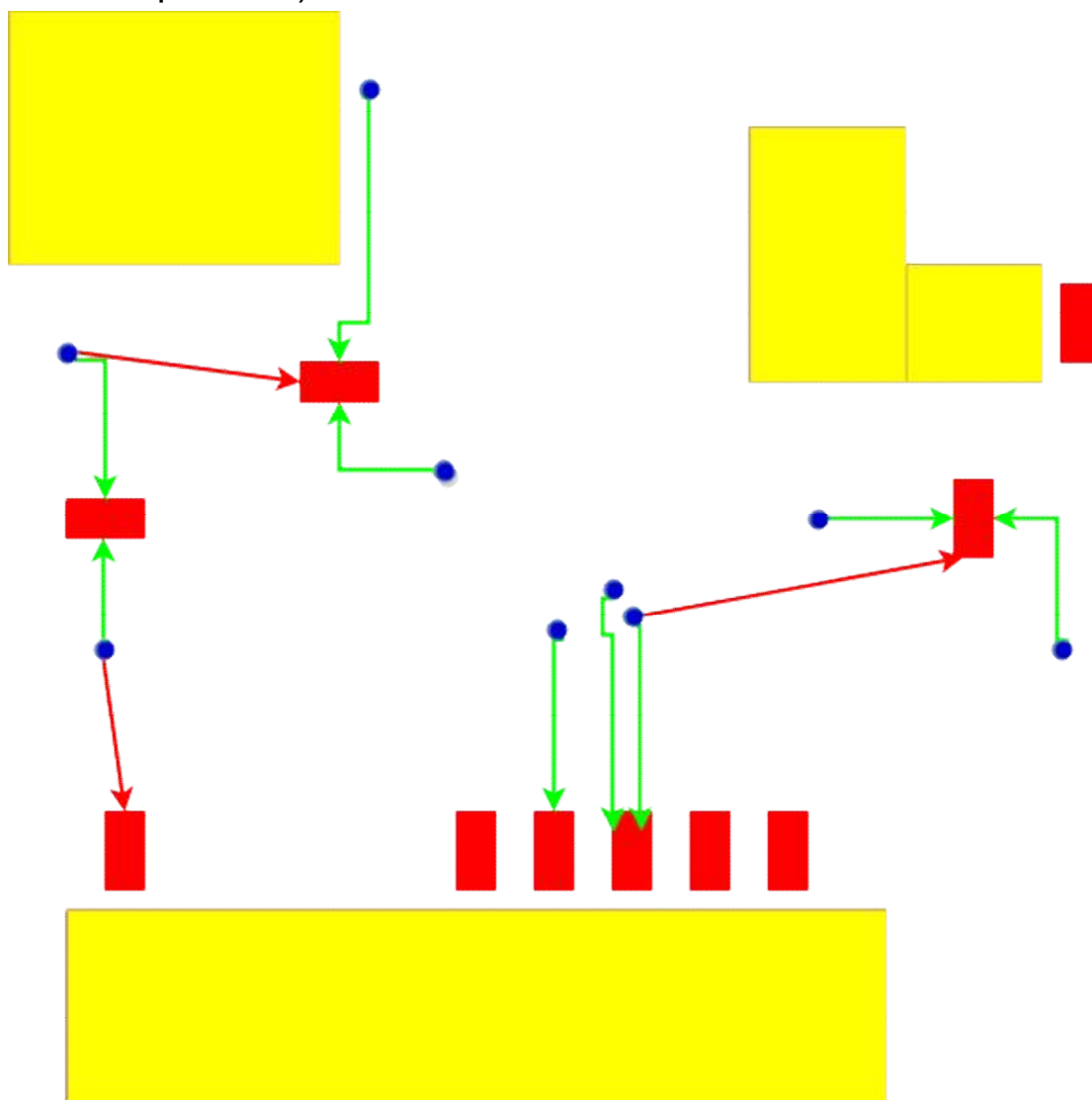


Рис. 1. Схема процесса определения местонахождения транспортных средств и кратчайшего расстояния до населения

Под высокоточным снимком понимается снимок высокодетаальной аппаратуры или широкозахватной аппаратуры высокого разрешения. Например, такая аппаратура используется

при обновлении карт, обеспечения хозяйственной деятельности, а также получения информации в области контроля и охраны окружающей среды [3, 5, 15].

Целью работы является разработка алгоритма поиска транспортных средств на высокоточных снимках в задачах анализа чрезвычайных ситуаций. Благодаря этому методу пользователь может определить местонахождение транспортных средств и вычислить кратчайшее расстояние стандартными средствами геоинформационных систем [1].

Центральным звеном в этой задаче является выделение транспортных средств на растровой карте.

Для ее решения необходимо использовать методы обработки изображений [2, 4]. От точности определения границы объекта зависят все последующие расчеты и операции, например, вычисление признаков объекта на снимке [14, 16, 17].

Поэтому необходимо знать, какой алгоритм применим в том или ином случае, какие достоинства он в себе содержит и какие у него недостатки [6, 7, 8]. Важно понимать принцип работы выбранного метода и его математическое описание. Для того чтобы сделать выбор в пользу применения одного из алгоритмов необходимо провести их сравнительный анализ. Поэтому данное исследование, предназначенное для решения поставленной выше цели, является актуальным.

Алгоритмы выделения объектов на изображении

Методы выделения объектов можно разделить на два класса: автоматические – не требующие взаимодействия с пользователем и интерактивные – использующие пользовательский ввод непосредственно в процессе работы [12, 13].

К алгоритмам, рассмотренным в данном исследовании, относятся: основанные на кластеризации, разрез графа, водораздел, пороговой обработки, квантилей, на основе марковской фильтрации и другие.

Алгоритмы, основанные на кластеризации, имеют достаточно высокую скорость выполнения и просты в реализации. Но не нужно забывать о недостатках: неопределенности выбора начальных центров кластеров и необходимости заранее знать число кластеров.

Далее рассматриваются методы пороговой обработки [12, 13]. Алгоритм Canny позволяет точно отследить необходимые контуры, принадлежащие границе объектов и отфильтровать лишние, благодаря заданию верхнего и нижнего пределов. Недостатком является необходимость выполнения утончения линий в силу того, что границы имеют некоторую конечную толщину.

Алгоритм, использующий оператор Sobel, достаточно прост для аппаратной реализации, но имеет место грубое приближение градиента изображения.

Метод, использующий оператор Prewitt, имеет более высокую точность определения границ, благодаря восьми ядрам, соответствующих различным направлениям, но во столько же раз увеличивается сложность вычислений по сравнению с применением оператора Sobel.

Алгоритм, использующий оператор Roberts достаточно простой, имеет высокую скорость работы и не требует затраты больших ресурсов, но чувствителен к шуму.

Метод разреза графа упрощает действия пользователя по сравнению с предыдущими алгоритмами. Одним из ключевых недостатков является значительное время реакции на дополнительный ввод для больших изображений (в несколько мегапикселей). Кроме того, стоит отметить, что данному алгоритму требуется большое количество оперативной памяти [12, 13].

Алгоритм «Magic Wand» («волшебная палочка») - один из самых примитивных инструментов выделения объектов. Почти любая задача сегментации требует большого взаимодействия с пользователем. Но в силу простоты реализации получил наибольшее распространение.

В методе «Intelligent Scissors» («умные ножницы») также необходимо выполнение большого количества действий со стороны пользователя (но меньше, чем в «Magic Wand»). К особенностям относится то, что пользователю необходимо расставлять опорные точки как можно ближе к границе объекта, что является довольно утомительным занятием. К несомненным достоинствам относится высокая скорость работы метода [3, 12].

Алгоритм квантилей прост в реализации, но в настоящее время для выполнения сложных задач обработки изображений таких

простых методов недостаточно для получения удовлетворяющего результата. Тем не менее, данный метод по-прежнему актуален и дает приемлемые результаты. Часто используется как составная часть более сложных алгоритмов, а также весьма полезен для реализации в так называемом «железе», когда требуются простые в плане вычислений, но надёжные алгоритмы.

Выделение объектов на изображении – процесс трудоемкий. Для качественной сегментации необходимо использование нескольких из ныне существующих методов. Разработка своего алгоритма выделения объектов также должна иметь в основе либо наиболее подходящий целям и задачам алгоритм уже существующий (если алгоритм пишется как развитие и дополнение существующего), либо наиболее оптимальную «смесь» алгоритмов [12].

Алгоритм поиска транспортных средств на высокоточных снимках

Одним из первых шагов проектирования является построение общего алгоритма поиска транспортных средств на высокоточных снимках, который представлен ниже.

1. На входном высокоточном снимке могут располагаться такие объекты как: здания и сооружения, дороги, транспортные средства, растительность, реки и водоемы и прочие.

2. Следующим шагом производится бинаризация изображения, что позволяет выделить объекты на изображении

3. Выполняется поиск контуров одним из алгоритмов выделения объектов [12]. В данном случае, применяется метод Canny.

4. Затем происходит отсеивание контуров. Подходящие под условия контуры отрисовываются на выходном изображении. Условия отбора можно увидеть в формулах 1 и 2.

$$\frac{P_{\text{контур}}}{P} \geq \varepsilon, \quad (1)$$

$$P_{\min} \leq P_{\text{контур}} \leq P_{\max}, \quad (2)$$

где $P_{\text{контур}}$ - периметр текущего контура;

P - периметр минимально описанного прямоугольника вокруг текущего контура $P_{\text{контур}}$;

\mathcal{E} - пороговое значение для определения соответствия текущего контура форме прямоугольника;

P_{min} - минимальное пороговое значение для текущего периметра;

P_{max} - максимальное пороговое значение для текущего периметра.

Так как один из интересующих типов объектов, которые необходимо распознать – это транспортные средства, то можно заметить следующую закономерность. Контур, очерчивающий автомобиль будет стремиться к форме прямоугольника, соответственно, каждый контур, который наиболее близок к необходимой форме и есть искомым. Для этого рассчитываются периметр самого контура и периметр минимально описанного прямоугольника вокруг данного контура (разумеется, при этом учитываются лишь сопоставимые размеры контуров, благодаря заданию минимального и максимального пороговых значений периметра).

На выходе получается результирующее изображение с выделенными объектами определенного типа, в данном случае, транспортные средства.

Результаты работы алгоритма

На рисунках 2-3 можно увидеть результаты работы вышеизложенного алгоритма на тестовом изображении и реальном снимке.



Рис. 2. Результаты работы алгоритма на тестовом изображении

На тестовом изображении прямоугольники желтого цвета обозначают здания и сооружения, линии черного цвета – границы дорог, прямоугольники зеленого цвета – транспортные средства. На преобразованном снимке выделены все транспортные средства, но в одном случае, близкостоящие машины опознаны как один объект. Точность распознавания тестовых снимков составляет 95%.



Рис. 3. Результаты работы алгоритма на реальном снимке

На реальном изображении присутствуют такие объекты как здания, транспортные средства, растительность, дороги, парковка.. На преобразованном снимке выделена часть транспортных средств с небольшой погрешностью. Данная погрешность объясняется тем, что характеристики контура, обнаруженного методом Canny, подошли под условия формул 1 и 2. Точность распознавания реальных снимков составляет 75%.

Результат работы алгоритма заключается в классификации объектов типа «транспортные средства» на высокоточном снимке.

Заключение

В статье произведен анализ существующих алгоритмов по выделению пространственных объектов на изображении, разработан алгоритм поиска транспортных средств на высокоточных снимках в задачах анализа чрезвычайных ситуаций. В качестве результата реализации алгоритма приводится

преобразованный высокоточный снимок с выделенными на нем пространственными объектами типа «транспортные средства».

Реализация алгоритмов, приведенных в работе, нацелена на работу с высокоточными снимками, следовательно, при разработке алгоритмов необходимо учитывать особенности работы с изображениями.

Результатами данной работы являются разработанный алгоритм поиска транспортных средств на высокоточных снимках в задачах анализа чрезвычайных ситуаций и непосредственная реализация этого алгоритма.

Литература

1. Андрианов Д.Е., Веденин А.С., Еремеев С.В. Построение и использование топологических отношений между группами пространственных объектов в геоинформационных системах // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2014. № 47. С. 130-133.
2. Варламов А.Д., Шарапов Р.В. Использование нейронных сетей в задачах мониторинга экзогенных процессов дистанционными методами // Геоинформатика. 2014. № 4. С. 62-68.
3. Грузман И.С., Киричук В.С., Косых В.П., Перетягин Г.И., Спектор А.А. Цифровая обработка изображений в информационных системах: Учебное пособие.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2002. - 352 с.
4. Данилин С.Н., Макаров М.В., Щаников С.А. Комплексный показатель качества работы нейронных сетей // Информационные технологии. 2013. №5. С. 57-59.
5. Деев К.В., Еремеев С.В. Сопоставление элементов разномасштабных карт // Геоинформатика. 2006. № 2. С. 54-57.
6. Еремеев С.В., Филимонов М.М. Алгоритм кодирования пространственных идентификаторов в иерархических топологических системах // Алгоритмы, методы и системы обработки данных. 2014. № 4 (29). С. 50-58.
7. Еремеев С.В., Андрианов Д.Е., Баринов А.Е., Титов Д.В. Алгоритмы поиска объектов по пространственным характеристикам в задачах муниципальных ГИС // Известия юго-западного государственного университета. 2012. №2. С. 37-41.
8. Еремеев С.В. Алгоритмы обработки данных в геоинформационной системе для учета земельных участков // Ползуновский вестник. 2012. №2-1. С. 121-125.
9. Еремеев С.В. Многоуровневое представление пространственных данных в геоинформационных системах // Геоинформатика. 2006. № 1. С. 26-29.
10. Еремеев С.В. Пространственные структуры в геоинформационных системах // Алгоритмы, методы и системы обработки данных. 2007. № 12. С. 71-74.
11. Канунова Е.Е., Полякова Е.В. Особенности распознавания изображений старопечатных текстовых символов// Алгоритмы, методы и системы обработки данных. 2009. №14. С. 55-61.

12. Купцов К.В., Буланова Ю.А. Исследование алгоритмов выделения объектов на изображении // Научный потенциал молодежи – будущее России. VI Всероссийские научные Зворыкинские чтения: сб. тез. докл. Всероссийской межвузовской научной конференции. Муром, 25 апр. 2014 г.- Муром: Изд.-полиграфический центр МИ ВлГУ, 2014. - С. 635 – 636
13. Прэтт У. Цифровая обработка изображений: пер. с англ. – М. Мир, 1982
14. Садыков, С.С. Идентификация реальных плоских объектов на основе их сигнатуры/ С.С. Садыков, С.В, Савичева//Вестник компьютерных и информационных технологий.,-- №1.—2012.-- С. 17-20.
15. Симаков Р.А., Смяткин М.А. Особенности архитектуры распределенной массивно-реляционной СУБД// Алгоритмы, методы и системы обработки данных. 2011. № 18. С.
16. Фомин А.А., Пугин Е.В., Пажин Д.Ю. Алгоритм анализа признаков описания формы изображений на основе их многомасштабного представления // Алгоритмы, методы и системы обработки данных. 2014. №14 (29). С. 122-127.
17. Bradski G. and Kaehler A. Learning OpenCV. O'REILY 2008, 571с.
18. Еремеев С.В., Андрианов Д.Е., Баринов А.Е., Титов Д.В. Алгоритмы поиска объектов по пространственным характеристикам в задачах муниципальных ГИС//Известия юго-западного государственного университета.2012. №2. С. 37-41.
19. Андрианов Д.Е., Садыков С.С., Симаков Р.А. Разработка муниципальных геоинформационных систем. -М.: Мир, 2006. -109 с. ил.
20. Андрианов, Д. Е. Теоретические основы описания и анализа плоских пространственно-распределенных объектов в ГИС/Д. Е. Андрианов, С. В. Еремеев, С. С. Садыков; Владимир. гос. ун-т. -Владимир: Изд-во Владимир. гос. ун-та, 2007. -109 с.
21. Андрианов Д.Е. Системы оперативного управления пространственно распределенными объектами / Д. Е. Андрианов, К. В. Макаров, Р. А. Штыков ; под ред. С. С. Садыкова. М.: Радио и связь, 2005. 286 с.

E-MAIL:

KIRILL-KUPTSOV@RAMBLER.RU