

УДК 004.8

**НЕЧЕТКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПРОТЯЖЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ПО
РЕЗУЛЬТАТАМ СПУТНИКОВОГО МОНИТОРИНГА**

Ткач М.Е.

1 курс факультета ТСиЭ (ДГТУ) E-mail: tkach-max@mail.ru

Научный руководитель Храмов В.В.

к.т.н., доцент кафедры «Информационные технологии

и прикладная математика»

ЧОУ ВО ЮУ (ИУБиП)

Аннотация: Рассмотрены подходы и способы как собственно идентификации объектов земной поверхности. Поставленная задача возникает при мониторинге состояния объектов инфраструктуры транспортных коридоров, железнодорожного и автомобильного транспорта, сети трубопроводов различного назначения.

Ключевые слова: мониторинг, идентификация, интеллектуальный анализ данных

**FUZZY IDENTIFICATION OF EXTENDED OBJECTS BASED ON THE
RESULTS OF SATELLITE MONITORING**

Tkach ME,

1 course of the TSiE faculty (DGTU) E-mail: tkach-max@mail.ru

Scientific adviser Khramov V.V.

Ph.D., Associate Professor of the Department "Information Technology and

Applied Mathematics"

Abstract: Approaches and methods as the actual identification of objects of the earth's surface are considered. The task arises when monitoring the state of the infrastructure of transport corridors, rail and road transport, a network of pipelines for various purposes.

Keywords: monitoring, identification, data mining

На этапе проектирования и строительства железных дорог крайне необходимо располагать актуальной и объективной информацией о подстилающей поверхности [1]. Современным методом сбора и анализа такой информации является дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) [2].

Производить оценку пригодности местности для железнодорожного строительства возможно также на основе данных, полученных с помощью дистанционного зондирования Земли.

Предлагаемый способ относится к способам проведения исследований и мониторинга протяженных объектов на поверхности Земли в ходе дистанционного зондирования и может быть использовано как для оперативной идентификации и повышения точности определения местоположения целевых объектов, так и для оценки характеристик местоположения космического аппарата.

Заявленное решение направлено [3] как на поддержку задач собственно идентификации, так и на повышение точности определения местоположения и расположения в местной системе координат целевого объекта за счет учета его расположения относительно соседних с ним объектов.

Поставленная задача возникает при мониторинге состояния объектов сельхозназначения, инфраструктуры объектов железнодорожного и автомобильного транспорта, сети трубопроводов различного назначения, а также для решения навигационной задачи на космических аппаратах и т.п. Результаты ее решения относятся к вычислительной технике и могут быть использованы в системах технического зрения для идентификации протяженных объектов земной поверхности на спутниковых снимках.

С учетом нечеткости исходной информации была использована следующая структура грануляции информации в рамках так называемой ТИН - модели:

$$GR = \langle X, G, C, M, T \rangle,$$

где X – область рассуждений;

G – семейство информационных гранул;

C – множество обобщенных ограничений;

(каждый тип ограничения определяет требования к выбору метода грануляции)

M – множество формальных методов грануляции;

T – множество переходов между уровнями грануляции (преобразований гранул).

Способ предусматривает предварительное приведение изображения объекта, вводимого в компьютер, к единому для данного способа виду - изменению масштаба, повороту в требуемое положение, центрирование, вписывание в прямоугольник требуемого размера, преобразование изображения объекта в изображение, выполненное в градациях - различных степенях яркости - одного цвета, на которое последовательно, поочередно накладываются изображения хранящихся в памяти компьютера шаблонов. При этом программа распознавания объектов может пошагово совмещать нормализованные изображения распознаваемых объектов, центрированных и вписанных в одинаковых размеров ячейки таблицы и шаблонов, центрированных и вписанных в аналогичные ячейки таблицы шаблонов, с шагом, равным высоте строки с ячейками или ширине столбца ячеек таблиц, причем в каждом из столбцов или в каждой из строк таблицы шаблонов, число которых равно числу столбцов или строк в таблице распознаваемых объектов, находится полный комплект шаблонов. Отсутствие в способе учета инвариантности к аффинным преобразованиям поворота объекта, а также необходимость полного перебора шаблонов больших размеров при распознавании могли бы стать существенными недостатками. Поэтому в его рамках выполняют предварительную обработку исходного изображения, приведение изображения объекта, вводимого в вычислительное устройство, к нормальному, стандартному для данного способа видоизменения масштаба, центрирование, вписывание в прямоугольник требуемого размера. Затем выполняют выделение контуров (Рис.1) всех объектов на космическом снимке, формируют признаки распознавания, инвариантные к повороту, поочередно сравнивают с хранящимися в памяти компьютера эталонами, которые хранят в виде векторной модели, сравнивают их посредством нейросети, причем сравнение производят путем анализа признаков формы контура каждого из находящихся на изображении объектов земной

поверхности, производят сравнение по каждому признаку, и принимают решение о совпадении векторных моделей целевого объекта изображения и эталонных объектов.

Кроме целевого идентифицируют и соседние с ним объекты, определяют центры тяжести целевого и соседних с ним контуров объектов, строят графы (Рис.2) и матрицы связности совокупности протяженных объектов, которые используют в качестве дополнительных признаков идентификации, производится их сравнение и принимается решение об идентификации целевого объекта.

Существенная особенность предлагаемого способа [4] состоит в том, что космический снимок участка земной поверхности фиксируется, а полученные цифровые растровые изображения подвергают обработке. Используя цепной код Фримена по связности 4, выделяются контуры объектов. Затем выделяют точки начала обхода контуров, в качестве которых используются, крайние: верхняя, правая, левая и нижняя. Далее выполняют обход, относительно каждой из начальных точек, внешнего контура объекта. Во время обхода производится получение признаков (расчет числовых коэффициентов) согласно формулам (1) и (2):

$$U_{xy} = \frac{\sum_{x=0}^S F_x [l_x] e^{wx}}{\sum_{y=0}^S F_y [l_y] e^{wy}}, \quad (1)$$

$$U_{yx} = \frac{\sum_{y=0}^S F_y [l_y] e^{wy}}{\sum_{x=0}^S F_x [l_x] e^{wx}}, \quad (2)$$

где F_x, F_y - преобразования Лапласа параметрического описания контура распознаваемого объекта; l_x и l_y - значения элементарных векторов на шаге x и y соответственно, при движении по контуру от первой (0) до последней (S) точки; w – коэффициент веса.

Рассчитанные коэффициенты последовательно используются в качестве входных параметров нейронной сети. Предварительно обученная трехслойная нейронная сеть, на вход последовательно получает двумерный

массив признаков формы. Учитывая информацию из всех источников, принимается решение по идентификации объекта.

Для повышения достоверности идентификации целевого объекта и точности места его расположения используются принципы кворумного резервирования.

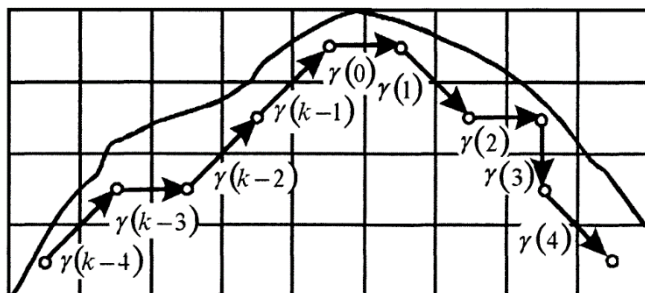


Рис.1

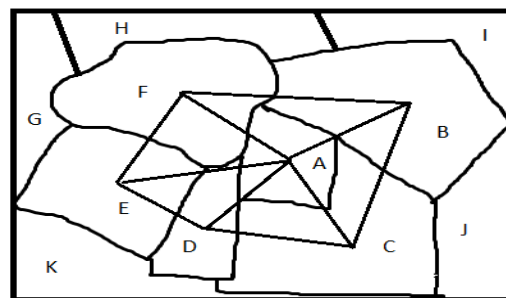


Рис. 2

Очевидно, хранение и поддержка такой постоянно *развивающейся* модели идентификации протяженных объектов земной поверхности, требует соответствующих информационных ресурсов, доступных, на данном этапе, в рамках концепции хранилища данных. Форма организации базы геоданных, сочетающих цифровые местности и реляционные базы данных является на данный момент чаще всего встречающейся. Однако сложность такой организации, вызванная набором инструментов создания и поддержки топологии данных, создает определенные проблемы.

Рассмотренный в данной статье способ идентификации, решает вопросы применения алгоритма и методов, предусмотренных нечеткой триангуляцией [5]. Для ТИН модели отдельных компонентов системы идентификации в процессе формирования цифровых план-схем для проектировщиков транспортных коридоров необходимо получение дополнительной информации об объектах, включаемых в результирующий информационный продукт.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Оптическая и радарная космическая съемка Земли высокого и сверхвысокого разрешения / URL: <http://sovzond.ru/products/spatial-data/satellites/> (дата обращения 16.02.2018).
2. Шовенгердт, Р.А. Дистанционное зондирование. Методы и модели спутниковых изображений // Техносфера. – Москва, 2010. С. 56-57.
3. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации с изменениями, утвержденными приказом Минтранса России от 4 июня 2012г. №162 // Трансинфо – Москва, 2014.
4. Храмов, В.В. Способ описания многомерного ориентира // Микроэлектронные специализированные вычислители и системы управления: Сборник тезисов докладов Четырнадцатой Всероссийской открытой конференции. – М., 1989. – С. 93-97
5. Патент РФ № 2640331 Способ идентификации протяженных объектов земной поверхности / И.Г. Акперов, С.О.Крамаров, В.В. Храмов, и др.