

**REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

ISSN 2224-5227

Volume 4, Number 314 (2017), 35 – 40

УДК 338.482.2 (574)

N.K. Mukazhanov¹, A.M. Kispapov¹, G.D. Musapirova²¹International University of Information Technologies, Almaty;²Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty
mukazhanov@mail.ru, a.kissapov93@mail.ru, mgulz1@yandex.ru**STUDIES ON THE RECOGNITION
OF IMAGES OF SPATIAL OBJECTS**

Annotation. Active development of computer technology in recent years has opened up opportunities to use geographic information systems (GIS). Features technical origin can have very complex shapes. The following algorithms for converting projections of three-dimensional objects can be used at the stage of their identification, when the signs of recognition are, for example, the area of the figure or part thereof, the perimeter of the contours, the ratio between the geometric sizes and shapes. Compared with the usual cartographic information, they provide a number of significant advantages: possibility of obtaining information with a given level of detail, the results of the thematic information, the allocation of informative attributes to the map features, support the relevance of the card.

Tags: Vectorization, automatic recognition of objects, decoding of orthogonal objects, binding and preparation of a raster, cross-linking of a raster, tracing.

Н.К. Мукажанов, А. М.Кисапов, Г.Д. МусапироваМеждународный университет информационных технологий, г. Алматы;
Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы**ИССЛЕДОВАНИЯ ПО РАСПОЗНАВАНИЮ ОБРАЗОВ
ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ**

Аннотация. Активное развитие вычислительной техники за последние годы открыло широкие возможности для использования геоинформационных систем (ГИС). Пространственные объекты технического происхождения могут иметь весьма сложные формы. Описанные ниже алгоритмы преобразования проекций трехмерных объектов можно использовать на этапе их идентификации, когда признаками распознавания являются, например, площадь фигуры или ее части, периметр контуров, соотношения между геометрическими размерами фигур и др. По сравнению с привычной картографической информацией они предоставляют ряд значительных преимуществ: возможность получения информации с заданной степенью детализации, выдачу тематической информации, присвоение информативных атрибутов объектам карты, поддержку актуальности карты.

Ключевые слова: Векторизация, автоматическое распознавание объектов, Дешифрование ортогональных объектов, привязка и подготовка раstra, сшивка раstra, трассировка.

Методы и алгоритмы теории распознавания широко используются в медицине и геологии, при изучении природных ресурсов Земли, построении читающих автоматов, в робототехнике, астрономии и т. д. Изображения получают не только в диапазоне частот электромагнитного излучения, отвечающего видимому свету, но и в диапазоне частот инфракрасном, ультразвуковом, ультрафиолетовом, рентгеновских и гамма-лучей. С их помощью можно получить высоту различных объектов, будь то это здания, горы и т.д. [1].

Сами же изображения должны соответствовать стандарту по ортофотоплану, геометрическим и радиометрическим (фотометрическим) характеристикам. Автоматическое чтение текста, дешифрование аэрокосмических снимков, диагностика заболеваний и т.д. — это примеры задач, относящихся к проблеме распознавания образов. Особый интерес, проявляемый к ее разработке в настоящее время, связан с открывающимися в связи с этим возможностями лучшего понимания процессов обработки информации в живых системах, создания более эффективных систем «человек—машина», а также автоматических систем, позволяющих быстрее, точнее, надежнее или экономичнее человека решать различные задачи обработки визуальной информации.

Обработка раstra. Стереофотограмметрия изучает способы, позволяющие получить полное геометрическое описание заснятого объекта по фотоснимкам, т. е. определить его пространственное положение, форму и размеры.

Задачи стереофотограмметрии как теоретической дисциплины сводятся к установлению геометрических зависимостей, возникающих между фотоизображениями и заснятыми объектами, с одной стороны, и с другой идентичными изображениями, полученными на различных снимках, —. На базе установленных геометрических закономерностей строится метод пространственных измерений заснятых объектов.

При общем случае съемки не накладываются какие-либо дополнительные условия к режиму съемки. Стереоскопическая съемка в этом случае позволяет получить пару 180 перекрывающихся снимков объекта. Но возникают трудности такой съемки при вычислении пространственных координат.

Первое, определение элементов взаимного ориентирования изображений, которое можно вычислить следующим выражением:

$$g(n_1, n_2) = [G\{f(n_1 - m_1, n_2 - m_2)\}], (m_1, m_2) \in D], \quad (1)$$

где $f(n_1 - m_1), g(n_1, n_2)$ - двумерные последовательности отсчетов входного и выходного изображения соответственно; G - оператор преобразования, D - конечное множество отсчетов, заданное относительно начала координат и определяющее форму и размеры окна обработки.

Второе, отождествление одноименных точек на стереопарах. Общее решение фотограмметрической задачи распадается на два тапа:

а) Преобразование координат точек, измеренных на реальных снимках, и приведение их к воображаемому случаю нормальной съемки (взаимное ориентирование).

б) Переход к пространственной системе координат SXYZ.

Решение задачи на этом этапе проводится на основании имеющихся геометрических связей между точками стереопарных изображений и элементами ориентирования снимков относительно съемки.

В пространственной фототриангуляции направляющие косинусы используются для определения ориентации базиса фотографирования, а также угловых элементов.

Векторизация. Прежде всего, это преобразование растровой информации в векторную форму. Основной задачей векторизации является разложение исходных данных на некие векторные элементы и сбор из этих элементов достаточно строгой модели векторизуемого объекта.

$$y_k(n_1, n_2) = \sum_{M_1=-M_1^+}^{M_1^+} h_k^{(1)}(m_1) \left[\sum_{M_2=-M_2^+}^{M_2^+} h_k^{(2)}(m_2) f(n_1 - m_1, n_2 - m_2) \right]. \quad (2)$$

В основе векторизации всегда лежит растр. Если в GIS растр - это всего лишь один из слоёв, то для векторизатора это целая кладёз информации.

Необходимо выполнить коррекцию и привязку раstra. Коррекцию можно выполнить по регулярной сетке или по произвольному набору точек. Если растр уже был привязан в GIS, то можно просто использовать его файл привязки:

$$h(m_1, m_2) = \sum_{k=0}^k \sum_{t=0}^L a_{kt} m_1^k m_2^t, \quad (3)$$

Задачи автоматического распознавания под ,классом понимается то или иное множество различных объектов. В этом случае визуальной информацией об объектах не ограничиваются, даже если они имеют специфические геометрические формы, поскольку объединение в тот или иной класс различных объектов может иногда носить весьма абстрактный характер. Все это позволяет отнести задачу автоматической векторизации пространственных объектов по их плоским изображениям к сложным задачам комплексного типа. Будем предполагать, что упомянутая абстракция визуально реализуется в виде наличия или отсутствия у объектов, относящихся к одному и тому же классу, специфических деталей, что, безусловно, также часто встречается на практике. В связи с этим необходим анализ проекции объекта и трассировки в процессе распознавания, т. е. выделение всех ее односвязных контуров, а также объединение последних или их частей с целью реконструкции (синтеза) проекций специфических деталей, идентификация которых предшествует классификации. Реализация подобного подхода к распознаванию пространственных объектов наиболее целесообразна при структурно-лингвистическом методе распознавания образов. Полезно здесь также и использование результатов стереофотограмметрии:

$$d_i(q) = P(\Omega_i)P(Q = q / \Omega_i), l = 0, L - 1. \quad (4)$$

Необходимость учета влияния помех связана с возможностью появления в поле зрения системы наблюдения посторонних объектов например, объектов точечного характера и наличием шумов воспринимающего устройства. Всякая методика учета помех должна быть адекватна реальной ситуации, принятой концепции распознавания, используемым для этого признакам и т. п. Например, процедура оценки влияния помех посредством введения некоторого случайного разброса значений признаков в ряде случаев ведет к появлению дополнительных погрешностей, трудно поддающихся учету. Поэтому целесообразен учет помех уже на уровне абсолютного описания изображений.



Рисунок 1 - Исходное растровое изображение

Дешифрование ортогональных объектов. Из растра, подготовленного для выделения контуров залитых орто-объектов, желательно «вычистить» изображение сетки и линии дорожной сети. При оцифровке планов масштаба 1:500 - 1:2000, где контуры изображены линиями, следует позаботиться об их связности. Это достигается сшивкой в малом радиусе при большом угле

схождения отрезков. Дополнительно, можно дотянуть «висящие» концы линий с помощью photo shop.

Для уверенной векторизации необходимо чтобы растровое изображение было не непрерывным, а дискретным, то есть классифицированным, причем желательно на два класса («тень» «фон», либо «объект» – «фон»). С этой целью на первом этапе гистограмма изображения изменяется таким образом, чтобы подчеркнуть разницу между тенью и фоном. Очевидно, что наилучшие результаты в этом случае можно получить,

Применив отсечение по порогу, все пиксели, имеющие значение больше порога, переводятся в белый цвет, меньше – в черный.

В результате проведения гистограммной обработки и классификации получаем изображения, в полной мере пригодные для векторизации.

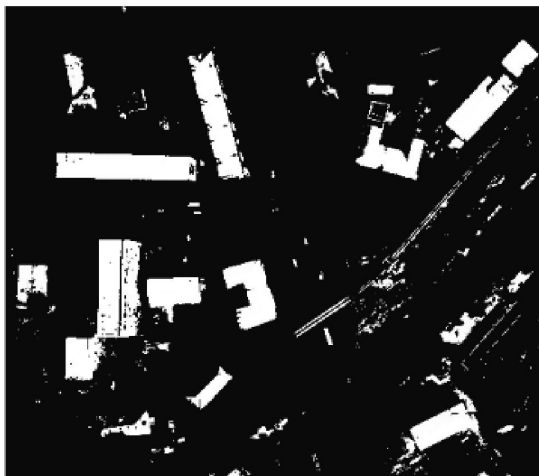


Рисунок 2 - Объекты

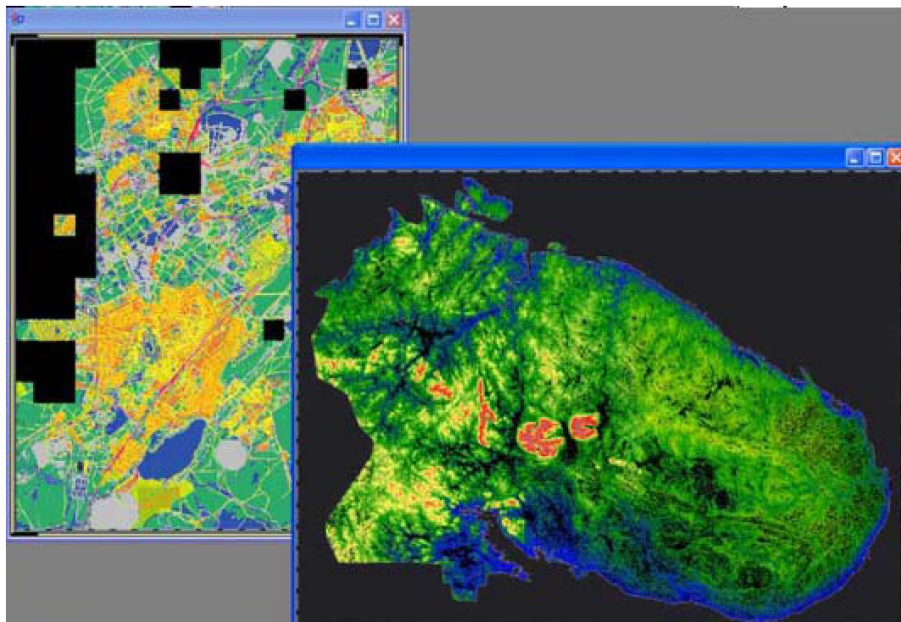


Рисунок 3 – Космоснимок

В ходе векторизации были выявлены: ортогональные объекты (здания, строения), автомобильные дороги и болотные комплексы. В ходе дешифровки так же были распознаны олиготрофные и мезотрофные болотные системы, состоящие из следующих типов болот: грядово-мочажинно-озерковые, травяно-моховые и моховые местами облесенные сосной и березой, крупнобугристые в сочетании с плоскобугристыми.

Выводы. Выделение наиболее информативных признаков при синтезе распознающих систем – одна из важнейших задач теории и практики распознавания. К ее решению может быть два подхода: отыскание с самого начала малого числа признаков распознавания большой информативности и формирование минимального описания классов путем минимизации большого числа исходных признаков по некоторому критерию эффективности признаков.

Большинство критериев эффективности признаков основано на методах математической статистики и теории информации. Вычисление информативности системы признаков можно проводить либо без учета статистических связей между ними, либо с учетом последних, несмотря на то что второй путь нахождения информативности.

Вероятность правильного распознавания пространственных объектов по их плоским изображениям в значительной степени зависит от сохранения подобия контуров, составляющих изображение объекта, оригиналу. Между тем перспективные искажения, возникающие при центральном проецировании, могут приводить к существенным деформациям контуров изображений объектов на снимках. Использование фотограмметрических преобразований объектов на этапе предварительной обработки снимков может существенно повысить вероятность распознавания объектов в целом и их отдельных деталей (целевых признаков). Использование стереофотограмметрических принципов для получения пространственных описаний трехмерных объектов, их пространственная нормализация – дополнительный резерв повышения вероятностей распознавания. На точность получения пространственных координат объектов основное влияние будет оказывать точность вычисления элементов внешнего ориентирования, элементы же внутреннего ориентирования могут измеряться с очень высокой точностью, поэтому влиянием их погрешностей при определении пространственных координат объектов можно пренебречь.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Фу К. Последовательные методы в распознавании образов и обучении машины. М., 1971, 59с.
- [2] Dinneen G. P. Programming Pattern Recognition. - Proceedings of the WJCC, 1955. p. 5.
- [3] R. Gonzalez and R. Woods, Digital Image Processing, 2nd ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002, p. 221.
- [4] R. Gonzalez and R. Woods, Digital Image Processing, 2nd ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002, pp. 262-263.
- [5] Л. Шапиро, Дж. Стокман. Компьютерное зрение. Пер. с англ. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. - 752 с., 8 с. ил.
- [6] А. А. Лукьяница, А. Г. Шишкин. Цифровая обработка видеоизображений. - М.: "Ай-Эс-Эс Пресс" 2009 -518с.
- [7] P24 Искусственный интеллект: современный подход, 2-е изд.: Пер. с англ. - М.: Издательский дом "Вильямс", 2006. - 1408 с.
- [8] Компьютерное зрение. Современный подход. : Пер. с англ. - М.: Издательский дом "Вильямс", 2004. - 928 с
- [9] Вапник В. Н., Червоненкис А. Я., Алгоритмы с полной памятью и рекуррентные алгоритмы обучения распознаванию образов. Автоматика и телемеханика, т. 29, №4, 1968.
- [10] Вапник В. Н., Червоненкис А. Я., Об одном классе алгоритмов обучения распознаванию образов. Автоматика и телемеханика, т. 25, № 6, 1964.
- [11] Губерман Ш. А., Извекова М. Л., Хургин Я. И. Применение методов распознавания образов при интерпретации геофизических данных. СПб. «Самообучающиеся автоматические системы». М., «Наука», 1966.
- [12] Castleman, K.R., Digital Image Processing. Second ed. 1996, Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.

REFERENCES

- [1] Fu K. Successive methods in pattern recognition and machine learning. M., 1971, 59 p.
- [2] Dinneen G. P. Programming Pattern Recognition. - Proceedings of the WJCC, 1955. 5 p.
- [3] R. Gonzalez and R. Woods, Digital Image Processing, 2nd ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002, p. 221.
- [4] R. Gonzalez and R. Woods, Digital Image Processing, 2nd ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002, pp. 262-263.
- [5] L. Shapiro, J. Stockman. Computer vision. Trans. With the English. - Moscow: BINOM. Laboratory of Knowledge, 2006. - 752 p., 8 p. Yl.
- [6] A. A. Lukyanitsa, A. G. Shishkin. Digital processing of video images. - M.: "ISSC Press" 2009 -518p.

[7] P24 Artificial Intelligence: A Modern Approach, 2nd ed .. Hardcover. With the English. - М.: "Williams" Publishing House, 2006. - 1408 p.

[8] Computer vision. Modern approach. : Trans. With the English. - М.: Williams Publishing House, 2004. - 928 p.

[9] Vapnik VN, Chervonenkis A. Ya., Algorithms with full memory and recurrent algorithms for learning pattern recognition. Automation and Telemekhanics, Vol. 29, No. 4, 1968.

[10] Vapnik VN, Chervonenkis A. Ya., On a class of learning algorithms for pattern recognition. Automation and Telemekhanics, Vol. 25, No. 6, 1964.

[11] Guberman Sh. A., Izvekova ML, Khurgin Ya.I. Application of methods of pattern recognition in the interpretation of geophysical data. St. Petersburg. "Self-learning automatic systems". М., "Science", 1966.

[12] Castleman, K.R., Digital Image Processing. Second ed. 1996, Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.

Н.К. Мукажанов, А. М.Кисапов, Г.Д. Мусапирова

Ақпараттық технологиялар халықаралық университеті, Алматы қ.;

Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ.

КЕҢІСТІКТІК ОБЪЕКТІЛЕР ОБРАЗЫН ТАНУ БОЙЫНША ЗЕРТТЕУ

Аннотация. Соңғы жылдары есептеу техникасының белсенді дамуы Геоақпараттық жүйелерін (ГАЗ) пайдалануына үлкен мүмкіндігін тигізді. Техникалық кеңістік объектілер өте күрделі формаларыменен шығуы мүмкін. Төменде сипатталған үшөлшемді проекциясы бар объектілерін түрлендіру алгоритімі арқылы сәйкестендіру кезеңінде пайдалануға болады, танудың белгілері мысалы фигураның ауданы немесе оның бөлімдері, периметрдің контурлары, геометриялық фигурсының көлемі арасындағы салыстыруы және т.б. Үйреншікті картографиялық ақпараттармен салыстырғанда олар бірқатар елеулі артықшылықтарын ұсынады: Нақты дәрежесіменен берілген ақпаратты алу мүмкіндігі, тематикалық ақпараттың берілуі, карта объектілеріне ақпараттық атрибуттары менгеріледі, картаның өзектілігі.

Кілттік сөздер: Векторлау, объектіні автоматты тану, ортогональді объектіні дешифрлеу, растрды байланыстыру және дайындау, трассировкалау.

Сведения об авторах:

Мукажанов Н.К. – PhD, доцент кафедры ИС МУИТ, mukazhanov@mail.ru;

Кисапов А.М. - магистрант МУИТ специальности «Информационные системы», a.kissapov93@mail.ru;

Мусапирова Г.Д. – к.т.н., доцент кафедры ММиПО АУЭС, mgulz1@yandex.ru