

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА СТАТИСТИЧЕСКИХ ЭТАЛОНОВ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ПО ИХ ИЗОБРАЖЕНИЯМ НА МНОГОСПЕКТРАЛЬНЫХ СНИМКАХ

Александр Петрович Гук

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор технических наук, профессор-консультант кафедры фотограмметрии и дистанционного зондирования, тел. (383) 361-08-66, e-mail: guk_ssga@mail.ru

Александр Юрьевич Чермошентцев

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры фотограмметрии и дистанционного зондирования, тел. (383) 361-08-66, e-mail: fdz2004@bk.ru

Татьяна Алексеевна Чалкова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, аспирант кафедры фотограмметрии и дистанционного зондирования, тел. (923)7401-32-02, e-mail: tatyach-2015@mail.ru

В статье представлены исследования, направленные на подтверждение правомерности и эффективности применения метода статистических эталонов для распознавания объектов по их изображениям на многоспектральных снимках.

Ключевые слова: дешифрирование, эталон, статистический метод, функция плотности распределения вероятностей, коэффициенты корреляции, достоверность

ASSESSMENT OF FEASIBILITY OF THE STATISTICAL TEMPLATES METHOD FOR OBJECTS IDENTIFICATION BY MULTISPECTRAL IMAGES

Alexander P. Guk

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Doctor of Engineering Science, professor at the Department of Photogrammetry and Remote Sensing, tel. (383) 361-08-66, e-mail: guk_ssga@mail.ru

Alexander Y. Chermoshentsev

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Candidate of Engineering Science, senior lecturer at the Department of Photogrammetry and Remote Sensing, tel. (383) 361-08-66, e-mail: fdz2004@bk.ru

Tatiana A. Chalkova

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., postgraduate student at the Department of Photogrammetry and Remote Sensing, tel. (923)7401-32-02, e-mail: tatyach-2015@mail.ru

The article presents the research study directed at confirmation of the legitimacy and efficiency the statistical templates method for objects identification by multispectral images.

Key words: interpretation, templates, statistical method, density histogram of probability, scaling factors, accuracy.

В настоящее время не существует универсальных алгоритмов автоматического дешифрирования. Это связано с большим объемом и разнородностью дешифрируемых объектов, а также с использованием различных типов съемочных систем, которые оказываются под влиянием внешних факторов (направление съемки, освещение, атмосфера и т. д). Особенно трудоёмким в процессе дешифрирования является распознавание растительных образований, представляющих собой неоднотипные видовые единицы [5].

Из-за многообразия вариантов изображения одного и того же объекта на одном и том же снимке при дешифрировании автоматизированными методами, которые основываются на визуальном восприятии объекта по прямым и косвенным признакам, возникает сложность оценки таксационных показателей древесной растительности [2,3].

Совокупность яркостей элементов изображения, составляющих объект в целом, представляет собой реализацию случайных величин, поэтому для их исследования следует использовать статистические методы. Статистические характеристики дают информацию обо всей совокупности данных и об изменчивости отдельных элементов совокупности, а также могут использоваться как критерий устойчивости выбранного признака объекта, считая, что признак объекта есть результат измерений заданного параметра. При выполнении автоматизированной классификации снимков для целей лесного хозяйства необходимо использовать методы выявления однозначных количественных признаков дешифрирования [4]. Статистические характеристики лесных массивов принято использовать для определения общего состояния данного участка леса, предварительно опираясь на результаты полевого обследования небольших участков территории, которые затем обобщаются в целый массив [1].

В качестве исходных данных использовался снимок с космического аппарата IKONOS и лесоустроительная карта масштаба 1:25000 на эту же территорию, полученная путем полевого дешифрирования снимков.

Далее выбирались тестовые участки, для которых нужно было определить тип древесных насаждений (было выделено 3 типа – сосна, береза и осина), путем сравнения их с полученными эталонами, которые выбирались по всему полю снимка, где тип участка и однородность определялись в соответствии с лесоустроительной картой.

На следующем этапе было выполнено последовательное сравнение функции определяемого объекта с каждой функцией-эталоном.

Распознавание и отнесение к определенному типу леса было выполнено для изображений участков леса, выбранных в соответствии с лесоустроительной картой, что позволяло оценить достоверность дешифрирования. Значения коэффициентов корреляции, полученных в результате сравнения дешифрируемого объекта с каждым из эталонов, позволяет определить

принадлежность к конкретному виду леса. В результате эксперимента достоверность распознавания составила примерно 75 %.

Результаты показывали низкий уровень корреляции между классами и невысокие максимальные значения коэффициентов, что указывает на незначительные различия типов растительности и возникновение трудностей при определении видового состава, а, следовательно, неправильно оцененную достоверность.

Для повышения качества и наибольшей достоверности эксперимента, а также с целью исследования и разработки метода дешифрирования снимков с использованием статистических эталонов в технологическую схему, представленную на рисунке 1, были включены несколько дополнительных процессов, связанных с предварительной обработкой изображений и устранением влияния на измеренные яркости части систематических ошибок.

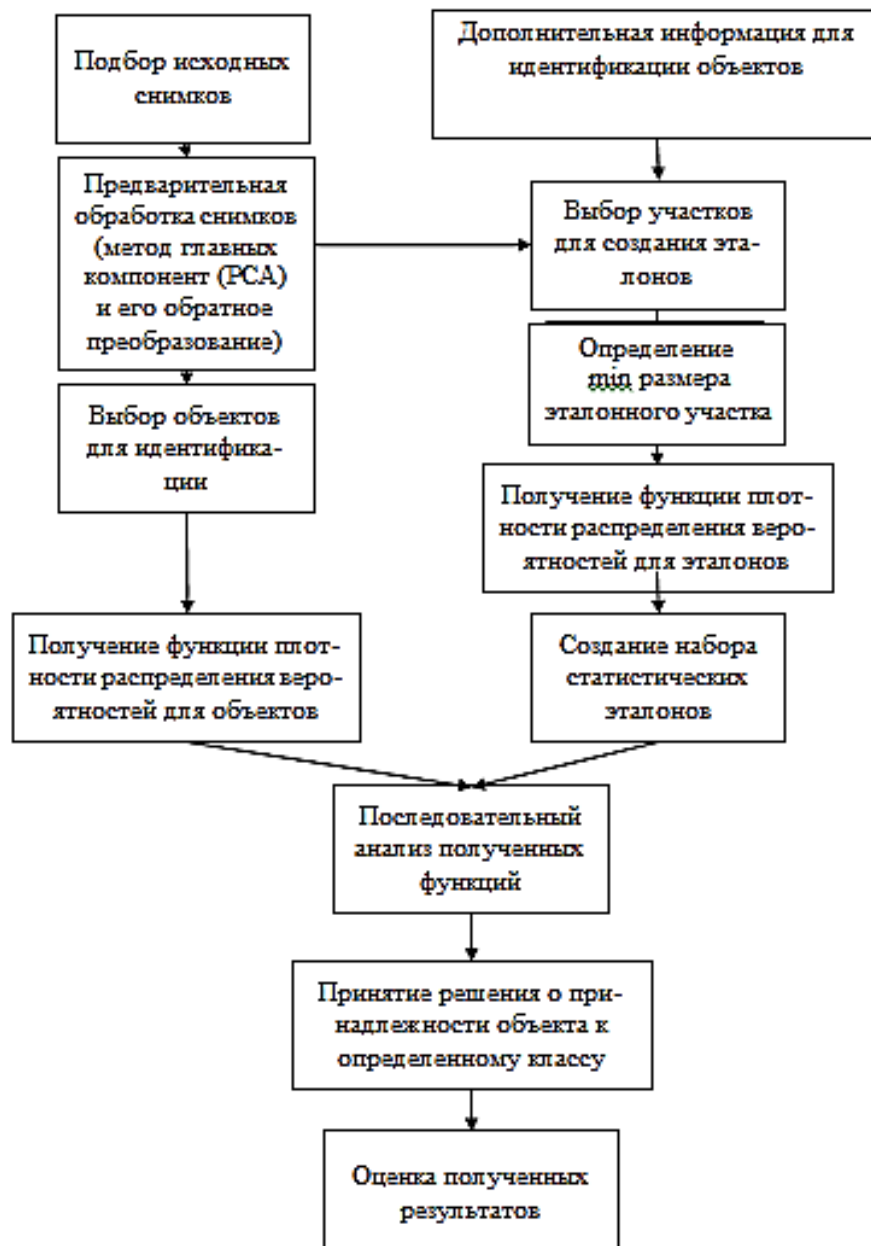


Рис. 1. Технологическая схема распознавания образов на основе статистических эталонов

Преобразование по методу главных компонент выполнялось исходя из предположения о том, что «растянув» распределение яркостей, можно повысить разделимость классов объектов на изображении, а его обратное преобразование, заключающееся в отбрасывании последних компонент с целью исключения шумов, позволит улучшить результаты дешифрирования статистических методов распознавания.

На снимках выделялись области, содержащие только растительность, предпочтительно древесную, находящуюся в составе лесных массивов, при выборе которых основным критерием была однородность исследуемого участка (рисунок 2).

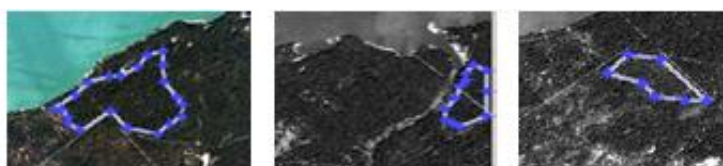


Рис. 2. Фрагменты однородного участка на снимках

Анализ изображений показывает, что в некоторых случаях типы растительности, которые на лесоустроительной карте формально являются одним и тем же классом, при визуальном дешифрировании на снимке значительно отличаются и имеют заметные расхождения в распределении яркостей. Поэтому для типов объектов «сосна» и «береза» было выбрано по три эталона для каждого вида.

Далее в соответствии с правилами получения эталонов были построены и рассчитаны оценки функции распределения яркостей участков. Эти функции были приняты за эталонные, пример изображения текстур классов и их функций плотности распределения вероятностей показаны на рисунке 3.

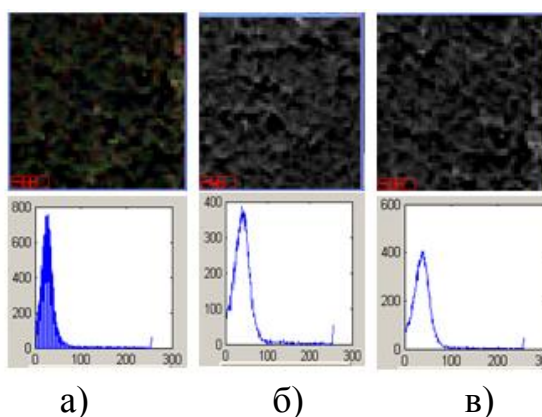


Рис. 3. Функция распределения плотностей вероятностей выбранного эталонного участка для класса сосны

Для большей достоверности результатов перед выборкой эталонных и тестовых участков был определен минимальный размер участка, который необходимо знать, чтобы обеспечить удовлетворительную точность.

Для этого выбирался максимальный объем измерений (который определяется размерами тестового участка). По этим измерениям получена функция частоты появления пикселей заданной яркости для выбранного тестового участка и, соответственно, функции плотности вероятности. Затем размер тестового участка внутри класса уменьшается, и также проводится оценка функции плотности вероятностей. Соответствие полученных измерений исходной функций оценивается путем сравнения и оценки коэффициента корреляции. Процесс продолжается до тех пор, пока критерий соответствия не будет не превышать значение заданного допуска.

Оказалось, что для наиболее достоверных оценок минимальный необходимый размер выделяемых при выборке участков составляет от 1000 до 1100 пикселей, при этом классы соотносятся корректно со значением максимума коэффициента корреляции не ниже 0,93.

Если сравнить значения полученных результатов в целом, можно прийти к выводу, что низкий уровень корреляции между классами одного типа растительности показывает различия видового состава представленной растительности, что подтверждает возможность применения данного метода с использованием статистических признаков в автоматических процессах дешифрирования для их улучшения. Наиболее эффективно разделить схожие по текстуре классы, отличить березу от осины, а также увеличить интервал расхождения между коэффициентами корреляции других классов, помогли преобразования исходного снимка IKONOS по методу главных компонент. Последующее обратное преобразование этого метода позволило определить наличие шумов, вызванных различными процессами при получении цифрового изображения, и их влияние на достоверность.

Но, так как с помощью данных преобразований над исходным снимком не удалось выявить существенных различий в результатах по полученным изображениям, принято признать неэффективность их использования в данном эксперименте.

Однако применение метода статистических эталонов показывает достаточно хорошие результаты, а если этот метод использовать в комплексных алгоритмах распознавания, то можно рассчитывать на получение высокой достоверности распознавания для широкого класса объектов.

На основании полученных результатов показано, что статистические характеристики яркостей элементов изображений сохраняют свои значения для одного класса объектов на различных снимках, полученных съемочной системой одного типа, и существенно меняются для объектов других классов, следовательно, функция распределения яркостей изображения объекта является устойчивым дешифровочным признаком, а исследования изменений функции плотности распределения вероятностей для различных каналов многоспектральной съемочной системы показали, что делимость объектов по

спектральным яркостям и по спектральным эталонам различается и вследствие этого можно использовать эти признаки как дополняющие, что повышает достоверность распознавания;

Для дальнейшего развития предложенного метода требуется поиск новых решений, которые позволили бы применить его в комплексе с существующими алгоритмами автоматизированного дешифрирования, тем самым повысить надежность и достоверность автоматических методов дешифрирования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алексеев А. С. Орлов М. М. Статистическая инвентаризация лесов в России и современная государственная инвентаризация лесов // Лесной Вестник. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. – С. 122–123.

2. Симонов Д. П. Анализ методов выделения типов растительных покровов по многозональным космическим снимкам // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр.: Междунар. науч. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология»: сб. материалов в 5 т., Новосибирск, 16-27 апр. 2012 г. – Новосибирск: СГГА, 2012. – Т.5, ч.1 – С. 3–7.

3. Хлебникова Е. П., Симонова Г. В., Симонов Д. П. Исследование структурных признаков при цифровой обработке изображений // ГЕО-Сибирь-2009. V Междунар. науч. конгр.: Междунар. науч. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология»: сб. материалов в 5 т., Новосибирск, 20-25 апр. 2009 г. – Новосибирск: СГГА, 2009. – Т.4, ч.1 – С. 168–170.

4. Хлебникова Е. П., Симонов Д. П. Использование методов статистического анализа при дешифрировании многозональных космических снимков // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгр.: Междунар. науч. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология» сб. материалов в 2 т., Новосибирск, 15 – 26 апр. 2014 г. – Новосибирск: СГГА, 2014. – Т.1. – С. 19–23.

5. Konecny G. Geoinformation-Remote Sensing, Photogrammetry and Geographic Information Systems, Taylor and Francis, London, ISBN 0-415-23795-5(pbk) & ISBN 0-415-23794-7(hbk), 2002, 248 S.

© А.П. Гук, А.Ю. Чермошенцев, Т.А. Чалкова, 2017