

Лобанова Л.С.

Санкт-Петербургский государственный университет

КЛАССИФИКАЦИЯ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ КАК ОДИН ИЗ МЕТОДОВ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ДЕШИФРИРОВАНИЯ

Аннотация

В статье рассматриваются виды дешифрирования спутниковых снимков, среди которых более подробно описывается автоматизированное дешифрирование. Автор анализирует различные виды и методы классификации изображений. В результате работы выявлен самый оптимальный и высокий по точности метод классификации, который целесообразнее всего использовать для географических, экологических и иных исследований с использованием данных дистанционного зондирования.

Ключевые слова: дешифрирование, классификация, спутниковые снимки.

Keywords: interpretation, classification, satellite images.

Дешифрирование снимков – это процесс получения информации об элементах местности по их изображениям на снимках, распознавание свойств объектов и их взаимосвязей, а также установление качественных и количественных характеристик [6, 65]. Существует несколько видов дешифрирования снимков: визуальное, интерактивное, автоматическое и автоматизированное.

Визуальное дешифрирование производится за счет выявления прямых и косвенных дешифровочных признаков оператором. К прямым относятся тон, цвет, форма, размер, текстура, структура, рисунок и тень. Косвенным являются те признаки, которые через одни объекты и их свойства указывают на наличие других объектов или на их особенности и свойства, не получившие конкретного отображения на снимках. К ним относятся природные закономерности и взаимосвязи, существующие между отдельными компонентами и элементами ландшафтов, ландшафтными единицами и целыми ландшафтами, а также между природными условиями и человеческой деятельностью.

Интерактивное дешифрирование основано на преобразовании исходного снимка с целью улучшения визуального качества и получении синтезированных изображений. Полученные изображения затем также дешифрируются визуально.

Однако традиционными методами дешифрирования невозможно получить всю информацию, извлекаемую при многоспектральной съемке. Это стало причиной появления других усовершенствованных способов. Автоматическое дешифрирование выполняется с помощью алгоритмов распознавания объектов, решение принимается на основе критериев, заложенных в программе без вмешательства оператора. Такой метод удобен в использовании, но может иметь неточности и требует дополнительной проверки результатов. Поэтому наиболее используемым видом дешифрирования является автоматизированное дешифрирование. Он отличается от интерактивного использованием алгоритмов распознавания объектов, а от автоматического тем, что окончательное решение принимает дешифрировщик. Таким образом, последний метод является комплексным и, следовательно, самым точным [2].

Современные системы дистанционного зондирования предоставляют возможность получения разновременных спутниковых снимков одной территории в различных спектральных диапазонах и с различным пространственным разрешением. При этом становится актуальной задача совместного анализа полученных данных для решения задач автоматизированного дешифрирования.

Первичным дешифровочным признаком объектов на цифровом космическом изображении является яркость пикселя. Производные дешифровочные признаки

формируются путем получения производных изображений для выявления спектральных, структурных и текстурных свойств различных объектов местности.

Результат преобразований исходных данных в контексте автоматизированного дешифрирования объектов называют пространством признаков. Основная идея такого подхода заключается в формировании нового изображения путем перехода от попиксельной обработки изображений по яркостному полю к новому полю признаков.

Нужно отметить, что производное пространство признаков не содержит в себе новой информации об объектах, а только позволяет представить исходные данные в более удобном виде. Поэтому целью спектральных преобразований является получение производных изображений, имеющих определенные преимущества перед исходными снимками, позволяющие повысить эффективность дешифрирования исследуемых объектов [5, 88].

Автоматизированное дешифрирование основано на нескольких методах, которые позволяют сгруппировать объекты по некоторым дешифровочным признакам. К ним относится вычисление индексных изображений, цветовые преобразования, т.е. получение синтезированных изображений, и создание классифицированных изображений. Каждый из этих методов применяется в зависимости от целей исследования и типа объектов местности. В данной работе рассматриваются классифицированные изображения.

На спутниковых снимках объекты местности представлены совокупностью пикселей. Яркостные признаки пикселя отдельно взятого канала являются основой для дешифрирования. Каждый объект земной поверхности имеет свои спектральные характеристики, для объектов одного класса такие показатели имеют близкие значения. Это делает такие производные изображения, как классифицированные, одним из наиболее достоверных способов автоматизированного дешифрирования.

Цель классификации состоит в определении принадлежности каждого пикселя снимка к известному классу или кластеру. Входными данными для классификации является файл сигнатур, содержащий статистику каждого класса или кластера. Результатом классификации является растр, который содержит в себе области известных классов, соответствующих обучающей выборке, или области неконтролируемо возникших классов, соответствующих кластерам, определенных путем кластеризации [1].

Существует два вида классификации спутниковых снимков: неконтролируемая классификация (без обучения) и контролируемая классификация (с обучением, эталонная).

Неконтролируемая классификация применяется, когда отсутствует обучающая выборка. Она основана на использовании алгоритма кластеризации исходных данных. В целом, задача кластеризации состоит в том, чтобы разбить множество пикселей на небольшое число непересекающихся подмножеств, называемых кластерами, так, чтобы каждый кластер включал в себя схожие объекты местности. Количество кластеров выбирается, исходя из особенностей решаемой задачи. На данный момент существует несколько сотен алгоритмов кластеризации, что свидетельствует о невозможности создания универсального алгоритма [7, 16 – 17].

Алгоритм ISODATA использует минимальное спектральное расстояние для определения соответствующего кластера для каждого пикселя. Процесс начинается с назначения приближенного среднего значения кластера и повторяется до тех пор, пока это значение не достигнет величины среднего для каждого кластера исходных данных [4, 59].

Алгоритм K-Means разбивает множество пикселей на заранее заданное число кластеров. Он стремится минимизировать среднеквадратичное отклонение на точках каждого кластера. На каждой итерации среднее значение для каждого кластера, полученного на предыдущем шаге, затем пиксели снова разбиваются на кластеры в соответствии с новым средним значением.

Контролируемая классификация основана на учете априорной информации о типах объектов местности и их эталонных значениях спектральных характеристик. Для этого

заранее создается файл сигнатур (эталонов), который составляется дешифровщиком вручную. В процессе классификации происходит сравнение значений яркости каждого пикселя с эталонными значениями. По результатам сравнения пиксели относятся к наиболее подходящему классу объектов [8, 59].

Среди видов классификации с обучением выделяются алгоритмы, основанные на методах: параллелепипедов, максимального правдоподобия и минимального расстояния.

Метод параллелепипедов связан с нормальным законом. В нем используются сведения о классах в виде средних значений яркости и векторов дисперсий, полученных из ранее созданных эталонов. По результатам обучения строятся параллелепипеды по количеству классов с центрами, определяемыми математическими ожиданиями признаков. Если в процессе классификации вектор яркости пикселя попадает в один из параллелепипедов, то он относится к классу данного параллелепипеда. Если значения яркости пикселя не попали ни в один из параллелепипедов, его относят к неклассифицированным объектам. Данный метод является быстрым, но недостаточно точным [3, 133].

В методе максимального правдоподобия по результатам задания границ эталонных классов оценивается вектор математического ожидания и корреляционная матрица для каждого из них. Далее для всего множества пикселей классифицируемого снимка формируются вектора измерений спектральных яркостей, и вычисляются условные плотности вероятностей этого вектора для каждого из классов. Сравнивая полученные плотности с некоторым порогом, определяется, какой порог наиболее правдоподобен, и тем самым осуществляется классификация пикселя. Данный метод обеспечивает оптимальное правдоподобие. Однако он требует достаточно большого количества итераций и поэтому считается сравнительно медленным [3, 132].

Упрощенный метод максимального правдоподобия соответствует методу минимальных расстояний. В нем контролируемая классификация осуществляется на основе сравнения расстояний между пикселями снимка и средними значениями яркости множества пикселей определенного класса. Метод минимальных расстояний рассматривается безотносительно к нормальному закону распределения. Он считается самым простым и быстрым методом эталонной классификации, требующим минимальных сведений о классах. Его недостаток заключается в низкой относительной точности [3, 132 – 133].

Контролируемую классификацию целесообразно применять, используя в качестве растров синтезированные изображения. Для каждого классифицируемого исследуемого объекта выбирается своя комбинация каналов, где дешифрируемый объект лучше всего детектируется. Затем на основе полученного синтеза создаются эталоны, и проводится выбранная классификация.

Таким образом, из всех способов классификации спутниковых снимков самым оптимальным и высоким по точности является эталонная классификация по методу максимального правдоподобия.

Литература

1. Выполнение классификации. Официальный сайт ESRI // URL: <https://clck.ru/rfcoC> (дата обращения: 15.02.2022).
2. Гук А.П., Хлебникова А.П. Методы и технологии распознавания объектов по их изображению // Учебно-методическое пособие. – Новосибирск, 2019. – 138 с.
3. Зраенко С.М., Емельянов А.Ю. Алгоритмы классификации изображений в пакете прикладных программ ENVI // Сборник тезисов докладов «Новые образовательные технологии в вузе: Шестая международная научно-методическая конференция», ч. 2. – Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2009. – С. 131 – 134.

4. Зубков И.А., Скрипачев В.О. Применение алгоритмов неконтролируемой классификации при обработке данных ДЗЗ // «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса», № 1. – М., 2007. – С. 57 – 62.
5. Коберниченко В.Г., Иванов О.Ю., Зраенко С.М., Сосновский А.В., Тренихин В.А. Обработка данных дистанционного зондирования Земли: практические аспекты // Учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2013. – 168 с.
6. Полякова О.А., Проскурня Н.В. Дешифрирование и его назначение // EARTH SCIENCES, «Colloquium-journal», № 3 (27). – Варшава, 2019. – С. 64 – 66.
7. Рылов С.А. Методы и алгоритмы сегментации мультиспектральных спутниковых изображений высокого пространственного разрешения // Диссертация, ФГБУ «Институт вычислительных технологий сибирского отделения РАН». – Новосибирск, 2016. – 135 с.
8. Шумаков Ф.Т., Толстохатко В.А., Малец А.Ю. Классификация космических снимков с использованием методов кластерного анализа // «Восточно-Европейский журнал передовых технологий», № 3/4 (51). – Украина, Харьков, 2011. – С. 58 – 62.