

Данилова Ирина Игоревна

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ТЕКСТУРНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

В докладе рассматриваются методологии анализа текстур изображений, полученных с помощью данных дистанционного зондирования. Рассматриваются преимущества и проблемы каждого подхода. Целью доклада является оценка эффективности их применения для практических задач. В ходе исследования были выявлены перспективы рассмотренных методов для получения экологической и экономической информации.

Изображение, текстурный анализ, метод, дистанционное зондирование, подход.

Danilova Irina Igorevna

USING TEXTURE ANALYSIS METHODS FOR PROCESSING REMOTE SENSING DATA

This article discusses methodologies for analyzing textures of images obtained using remote sensing data. The advantages and problems of each approach are considered. The purpose of the article is to evaluate the effectiveness of their use for practical problems. The study revealed the prospects of the considered methods for obtaining environmental and economic information.

Image, texture analysis, method, remote sensing, approach.

Введение

Наземный покров до сих пор является основным биологическим ресурсом. Он выполняет важную роль в функционировании биосистемы Земли. Есть те факторы изменения биосферы, на которые мы можем повлиять. Например, несанкционированная вырубка лесов, которую можно отследить или пожары, возникающие в густых лесах, которые возможно предупредить и остановить, а также множество других факторов, затрагивающих не только земной покров, но и всё живое. Эти факторы создают необходимость более подробного анализа поверхности Земли. Результаты, полученные с помощью такого анализа, могут послужить для определения стратегии экономического развития страны.

Основная часть

Все подходы к работе с текстурой изображения можно разделить на 5 групп. Снимки, используемые для дальнейшего анализа, получают с съёмочного оборудования, зафиксированного на космических спутниках и летательных аппаратах, что накладывает определённые сложности в их дальнейшей обработке.

Извлечение информации об изображениях на основе их текстуры особенно полезно для выявления различных объектов на них, получения информации о этих объектах и выявление закономерностей, наблюдение за состоянием различных местностей.

Статистические подходы

Одним из самых распространённых методов текстурного анализа изображений является матрица смежности уровней серого. С помощью неё можно получить больше 10 признаков изображения. Для анализа значений серого одним из методов, используемых в исследованиях, является анализ матрицы ковариации. Они позволяют давать полную пространственную информацию об уровнях яркости на изображении и взаимосвязи отдельных объектов на нём [3]. Существует так же несколько признаков, по которым можно определить изображения, они не только высчитываются математически, но и видны человеческому глазу при изучении изображения:

- а) анализ переходов цвета в различных областях изображения;
- б) расположение и оценка чёткости контуров объектов на снимке;
- в) оценка расстояний на изображении между различными оттенками серого цвета;
- г) определение направления цвета на изображениях;

д) оценка величины между самыми светлыми и тёмными областями на снимке;

е) выделение отдельных участков, отличающихся от общей картины;

Все характеристики, так или иначе, могут определить обрабатываемое изображение. Но самыми интересными признаками являются первый, пятый и шестой. При их оценке выявляются самые главные характеристики снимка.

Так же примером статистического подхода, до сих пор используемого на практике, можно выделить метод, в котором происходит вычисление вектора разности между уровнями яркостей на снимке. Так, например, в работе [4] этот метод применяется для оценки состояния леса и классификации древесных пород в нём. Смежным с ним является метод, описанный в работах [5] и [6]. В них он так же используется для картографирования тропических лесов и поверхностей.

Геометрические подходы

Одним из методов в разделе геометрических подходов является базированный на вычислении функции автокорреляции. С её помощью можно легко обнаруживать на снимках повторяющиеся текстуры. Это помогает находить границы объектов на изображениях и выделять эти самые объекты. Однако, функция автокорреляции сильно подвержена влиянию шумов на изображении. Поэтому, при работе с ней, необходимо следить за обработкой данных.

Отдельно можно рассматривать лишь части изображения. Так методы, в которых производится анализ векторов признаков не всего изображения, а лишь его определённых частей называются основанными на локальных дескрипторах. Конечно, и эти методы имеют свои недостатки. Они зависят от значения угла, при котором проводилась съёмка и так же подвержены влиянию погодных условий, в которых осуществлялись съёмочные работы. Так же нужно заметить, что они не рассматривают всё изображение целиком, что уменьшает временные затраты, но способствует потере информации. В современных работах используются локальные дескрипторы. Благодаря тому, что они могут анализировать совсем небольшие участки, с их помощью решается широкий ряд проблем. Так, используя локальные дескрипторы возможно анализировать не только за статические, но и движущие объекты.

Важные результаты показала теория инвариантных моментов, основывающаяся на определении интегральных инвариантов. Метод моментов

подходит для выявления закономерностей и извлечения из них принципов и логики. В настоящее время метод моментов остаётся актуальным и используется, например, в работе [7] для создания алгоритма распознавания целей или в работе [8] для оптимизации геологоразведочных работ и разведки полезных ископаемых.

Структурные подходы

Основная идея структурного подхода заключается в том, что все текстуры на снимке состоят из примитивов, на которые можно разбить любое изображение. Хотя примитивы и повторяются, нельзя сказать, что это хаотично, они имеют свою логику размещения. К распознаванию текстур с помощью структурных методов можно определить различные подходы. Данные подходы не могут выдать реальный результат по причине того, что для работы с реальными снимками со спутников они не подходят. Ведь такие изображения являются для них слишком нечёткими и ложными, они имеют много шума.

Однако, структурные методы всё равно являются достаточно эффективными и используются в современных работах для выполнения задач в самых разных сферах. Используя данные дистанционного зондирования с помощью методов структурного анализа, могут быть обнаружены природные изменения в климате и земном покрове, таким образом методы хорошо подходят для систем мониторинга и анализа природных изменений.

Спектральные подходы

Фурье- и вейвлет-анализ применяется для работы с текстурой изображения. Фурье-анализ даёт возможность находить на снимках повторяющиеся объекты, а также точно определять их границы. Таким образом, методы спектрального анализа удобны в случае работы над задачами обнаружения и детектирования объектов на изображениях, полученных с помощью дистанционного зондирования Земли. Однако, изображения могут быть нечёткими, что повышает сложность работы с ними.

Вейвлет-анализ представляет собой разложение сигнала по базисным функциям, которые и называю вейвлетами. Он используется во многих современных работах, таких как [9], где производится анализ пространственно-временных вариаций засухи и ее корреляций с индексами с помощью методов вейвлет-анализа и кластеризации, а работа [10] посвящена исследованию деформационных реакций оползней на сезонные осадки. Исходя из всех вышеперечисленных примеров, можно заявить, что данный метод хорош для предупреждения и определения причин появления

различных природных явлений. Так же и Фурье- и вейвлет- анализ могут осуществляться вне зависимости от масштабов, обрабатываемого изображения, что, безусловно, является плюсом для их использования.

В ряде современных работ с помощью фильтров Габора решаются важные проблемы, например, в работе [11] создан новый алгоритм выбора минимального пути на основе регионов для обнаружения трещин и маркировки достоверности грунта. А в работе [12] была проведена сегментация городских изображений дистанционного зондирования Земли с помощью фильтрации Габора. Таким образом, фильтрация Габора хорошо подходит для работы с данными, в которых содержится информация о населённой людьми и жилой местности.

Модельные подходы

Модельным подходом, используемым для текстурного анализа, является метод фракталов. Наилучшие результаты при применении фракталов замечены в задачах, целью которых является определения островов и облаков на снимках. Модельные подходы используются в задачах трактовки данных дистанционного зондирования. С их использованием создаются структуры, целью которых является предсказание дальнейших изменений в климатических условиях и растительном покрове. Такие системы с течением времени могут результативно улучшаться, обучаясь на новых данных и сравнивая их с ожидаемыми значениями. Существуют работы, которые описывают создание моделей для организации и планирования использования земельных и минеральных ресурсов.

Выводы

Каждый из подходов, рассмотренных ранее имеет как преимущества, так и свои недостатки и применяется в современном для решения определённых задач. Хочется заметить, что именно благодаря текстурному анализу создаются полезные современные системы мониторинга, которые работают на благо человечества.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Методы анализа данных дистанционного зондирования Земли / Н.П. Лавров, В.В. Попович, Л.А. Ведешин, Ф.Р. Гальяно // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2013. – Т. 12, № 6. – С. 145 – 153.

2. Методы текстурного анализа изображений, обработка данных дистанционного зондирования Земли / В.П. Фраленко // Программные системы: теория и приложения. – 2014. – № 4. P. 19 – 39.
3. Decision Tree Classification of Land Cover from Remotely Sensed Data / M. A. Friedl, C. E. Brodley // Remote Sensing of Environment. – 1997. – Vol. 31, Issue 3.– P. 399 – 409.
4. Tree Species Classification and Health Status Assessment for a Mixed Broad-leaf-Conifer Forest with UAS Multispectral Imaging / A. Abdollahnejad, D. Panagiotidis // Remote Sensing. – 2020. – Vol. 12, Issue 22.– № 3722.
5. Multi-Temporal Sentinel-1 Backscatter and Coherence for Rainforest Mapping / A. Pulella, A. S. Rodrigo, S. Francescopaolo, [et al.] // Remote Sensing. – 2020. – Vol. 12, Issue 5. – № 847.
6. Impervious Surface Mapping Based on Remote Sensing and an Optimized Coupled Model: The Dianchi Basin as an Example / Y. Li, X. Yang, B. Wu, [et al.] // Land. – 2023. – Vol. 12, Issue 6. – № 1210.
7. A Target Recognition Algorithm of Multi-Source Remote Sensing Image Based on Visual Internet of Things / X. Sun, J. Lin // Mobile Networks and Applications. – 2022. – Vol. 27, Issue 2.– P. 784 – 793.
8. Optimization of Geological and Mineral Exploration by Integrating Remote Sensing Technology and Borehole Database / Y. Niu, J. Zhao, Z. Li, W. Xu // Wireless Communications and Mobile Computing. – 2022. – № 9717749.
9. Analysis of spatiotemporal variations of drought and its correlations with remote sensing-based indices via wavelet analysis and clustering methods / R. Ghasempour, K. Roushangar, V. S. Ozgur Kirca, M. C. Demirel // Mobile Networks and Applications. – 2022. – Vol. 53, Issue 1.– P. 175 – 192.
10. Deformation responses of landslides to seasonal rainfall based on InSAR and wavelet analysis / Y. Liu, H. Qiu, D. Yang, [et al.] // Landslides.
11. A New Region-Based Minimal Path Selection Algorithm for Crack Detection and Ground Truth Labeling Exploiting Gabor Filters / G. Leon, N. Fiorentini, P. Leandri, M. Losa // Remote Sensing. – 2023. – Vol. 15, Issue 11– № 2722.
12. A Semantic Segmentation Method for Remote Sensing Images Based on the Swin Transformer Fusion Gabor Filter / D. Feng, Z. Zhang, K. Yan // IEEE Access. – 2022. – Vol. 10– P. 77432 – 77451.

Данилова Ирина Игоревна, студентка Самарского университета им. Королева, Россия, город Самара, Московское шоссе, 34, 443086, телефон: + 7 (967) 715-80-29, email: irinkadanigor@gmail.com.

Danilova Irina Igorevna, student of the Samara National Research University, 443086, Russia, Samara, 34 Moskovskoye shosse, phone: + 7 (967) 715-80-29, email: email: irinkadanigor@yandex.ru.