

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ТЕМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Рубанов К.А.

научный руководитель канд. техн. наук, доц. Романов А.А.

Сибирский федеральный университет

Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) является важным источником информации для различных прикладных и научных отраслей. Для Российской Федерации, с присущими ей огромными территориальными просторами, такой метод исследований имеет особое значение. Материалы ДЗЗ успешно используются в различных областях деятельности человека: климатологии, геологоразведке, землепользовании, мониторинге чрезвычайных ситуаций, контроле водных ресурсов. Особенно характерными для нашей страны областями применения являются сельское и лесное хозяйство.

Леса, расположенные на территории России, составляют почти четверть лесного покрова планеты, что делает их уникальным природным образованием не только национального, но и глобального масштаба. Лесные экосистемы страны играют значительную роль в планетарных биогеохимических циклах, в частности, в углеродном, и, следовательно, оказывают существенное влияние на темпы и интенсивность глобальных климатических изменений. Рациональное управление лесами является мощным средством смягчения негативных последствий климатических изменений. Также лесные ресурсы чрезвычайно важны и для экономического развития страны. Леса России содержат свыше 50% мировых запасов ценной древесины хвойных пород. Уже наблюдающиеся климатические изменения, главным образом возросшая нестабильность климата, привела к значительному повышению площадей и интенсивности нарушений, в первую очередь от воздействия лесных пожаров.

Использование информации ДЗЗ для обеспечения нужд лесного хозяйства осуществляется по следующим основным направлениям: контроль обезлесивания, инвентаризация леса, лесоводство, оценки запасов лесоматериалов и биомассы, выявление повреждений лесных массивов и оценка ущерба, нанесенного в результате воздействия лесных пожаров, болезней леса, загрязнения воздуха, бурь, кислотных дождей и т.д.

Для России, которая на протяжении достаточно долгого времени считалась аграрной страной, сельское хозяйство исторически является одной из важнейших отраслей народного хозяйства, которая производит продукты питания для населения, сырье для перерабатывающей промышленности и обеспечивает другие нужды общества.

В условиях развивающихся топливного, продовольственного и экономического кризисов наиболее актуальными становятся вопросы производства зерновых культур и продукции мясоперерабатывающего производства. В связи со вступлением России во Всемирную торговую организацию, отечественным производителям требуются инструменты для обеспечения эффективной конкуренции с западными игроками рынка. Одним из таких инструментов является дистанционное зондирование.

Данные ДЗЗ могут использоваться при планировании сельскохозяйственного процесса: инвентаризации земельных угодий, почвоведения, гидрологии, метеорологии, предотвращения с/х катастроф. Важной задачей также является экономическая оптимизация: прогнозирование урожаев, объемов закупки

сельскохозяйственной продукции, а соответственно и доходов производителей. В глобальном смысле ДЗЗ помогает выполнять анализ сельскохозяйственного потенциала страны в соответствии с ростом населения и экономическими показателями, что является важным при определении государственной политики в данной отрасли.

Тематическая обработка данных ДЗЗ, выполняемая с использованием аппарата распознавания образов, направлена на решение определенных задач, получение конкретной информации в тех или иных областях деятельности человека.

Стандартным подходом к классификации изображений, получаемых космическими системами ДЗЗ, является использование статистического подхода. Этот способ нашел широкое применение в задачах дистанционного зондирования в силу следующих причин. Во-первых, вследствие случайного характера природных явлений, результаты дистанционного зондирования подвержены нерегулярным эффектам, маскирующим характерные различия между классами. Статистический анализ позволяет учесть эти изменения и уменьшить их влияние на результат распознавания. Во-вторых, алгоритмы, основанные на вероятностных закономерностях, позволяют проводить наиболее четкую классификацию в случаях сложного перекрытия признаков исследуемых объектов в пространстве измерений.

Описанные выше достоинства статистического анализа компенсируются весьма существенным недостатком: для получения точных результатов распознавания необходимо достаточно верно оценить функцию распределения вероятностей. Часто при обработке материалов ДЗЗ принимается нормальный закон распределения и по обучающим данным требуется определить только отдельные показатели, такие как математические ожидания, дисперсии, параметры корреляции. Однако для многих ситуаций такое допущение не приводит к получению результатов требуемой точности. Примером могут служить радарные данные приборов с синтезированной апертурой (SAR), которые не соответствуют нормальному закону распределения.

Однако даже соответствие анализируемых данных нормальному закону распределения не гарантирует достаточного качества распознавания. В рамках исследования применимости НС для задач обработки данных ДЗЗ было выполнено практическое сравнение статистических способов управляемой классификации и нейросетевого метода путем оценки точности классификации данных ДЗЗ высокой степени гетерогенности, характеризующих территорию Центрально-Сибирской тайги.

Проведенный анализ подтвердил широкие возможности нейронных сетей по распознаванию данных ДЗЗ. Точность этого метода составила 91%. Метод максимального правдоподобия показал более низкую точность равную 82%, незначительно превзойдя классификатор дистанции Махаланобиса, 78%. Самый простой алгоритм классификации – метод минимальных расстояний, как и ожидалось, продемонстрировал худшую производительность – 64%.

Как видно из показателей точности распознавания закон нормального распределения, чаще всего присущий гетерогенным данным, не обеспечил статистическим алгоритмам преимущества перед нейросетевым подходом.

Широкое распространение материалов высокого пространственного разрешения и данных, регистрируемых гиперспектральными сенсорами, заставляет разрабатывать новые способы распознавания, выполняющие классификацию с более высокой точностью. В качестве примеров таких подходов можно привести нейронные сети (НС), метод опорных векторов (SVM) и объектно-ориентированный подход (ООП).

Нейронные сети являются перспективным подходом к классификации данных ДЗЗ, сообщество специалистов обратило свое внимание на этот метод, поскольку он не требует никакого априорного знания о статистическом распределении данных,

характеризуется параллелизмом и быстротой процесса распознавания. Исследования применимости нейронных сетей для тематического дешифрирования ведутся с начала 90-х годов.

Первые попытки применения нейронных сетей для классификации данных ДЗЗ показывали ограниченные возможности, а в некоторых случаях этот метод демонстрировал крайне низкие результаты. Однако разработка новых архитектур НС и более эффективное применение достоинств данного подхода обеспечило высокие показатели скорости и качества.

Исследования по сравнению результатов классификации стандартных статистических методов и нейросетевого подхода демонстрируют, что в большинстве случаев точность последнего значительно превосходит показатели традиционных алгоритмов. С другой стороны, сложности при использовании нейронных сетей возникают в связи с выбором сетевой архитектуры, зависимостью результатов классификации от условий обучения и неоднозначностью интерпретации поведения нейронной сети.

Метод опорных векторов является полезным инструментом, которой уже давно и эффективно используется для решения сложных задач классификации или распознавания образов. SVM успешно применяется для решения задач медицинской бинарной классификации, распознавания радарных сигналов, речи, предсказания погоды и многих других областей.

Метод опорных векторов основан на статистической теории обучения. Основная идея SVM состоит в отображении исходных данных в пространство признаков с более высокой размерностью с помощью нелинейных отображающих функций и построения оптимальной гиперплоскости, позволяющей провести наиболее четкую классификацию. В числе важных преимуществ этого метода возможность обработки векторов признаков с многочисленными и гетерогенными компонентами. Это достоинство способствует широкому применению SVM для гиперспектральных материалов ДЗЗ и данных SAR.

Объектно-ориентированный подход к анализу изображений активно используется для различных областей применения данных дистанционного зондирования Земли. Традиционные способы тематической обработки изображений основаны на спектральных характеристиках отдельных пикселей, в то время как объектно-ориентированный подход объединяет анализ как спектральных, так и пространственных, а также других характеристик явлений, рассматриваемых в качестве объектов или сегментов. Это является основным отличием объектно-ориентированного классификатора от таких стандартных алгоритмов, как, например, метод максимального правдоподобия. Статистические способы классификации рассматривают пиксели как независимые сущности, а ООП оперирует ими как составными частями объектов, что точнее отражает природный характер распространения явлений. Большие спектральные колебания существенно снижают точность стандартных классификационных алгоритмов пиксельного анализа.

Важным недостатком ООП является значительное влияние результатов сегментации, выполняемой на первой стадии выполнения алгоритма, на конечный результат распознавания. Выбор наиболее подходящих параметров сегментации изображения является узким местом объектно-ориентированного классификатора.

Оптимизация существующих методов, разработка и реализация новых подходов в качестве инструментов анализа данных ДЗЗ является важной задачей вследствие высокой значимости пространственных данных и постоянного повышения требуемой точности результатов их обработки.