

НАО «КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени К.И. САТПАЕВА»

Институт Автоматики и информационных технологии

Кафедра «Электроники, телекоммуникации и космических технологий»

Лекция №15

**Тема: Современные методы интеллектуальной
обработки данных дистанционного
зондирования Земли**

Ст.преподаватель кафедры ЭТиКТ: Ибекеев С.Е.

Алматы 2022

Введение

Современные методы интеллектуальной обработки данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) позволяют автоматизировать и повысить точность анализа огромных объемов информации, получаемой со спутников, беспилотных летательных аппаратов и других платформ. Эти методы широко применяются для решения задач мониторинга земных ресурсов, анализа окружающей среды, прогнозирования погодных и климатических изменений, а также для управления природными ресурсами. Основой таких подходов стали методы машинного обучения и искусственного интеллекта, которые позволяют раскрывать скрытые закономерности в данных и более точно определять различные объекты и классы поверхностей.

Основные цели и задачи интеллектуальной обработки данных ДЗЗ

Интеллектуальная обработка данных ДЗЗ решает следующие задачи:

Классификация и сегментация земных объектов — для автоматического определения типов земного покрова (леса, вода, сельскохозяйственные угодья).

Выявление изменений и анализ временных рядов — для мониторинга изменений, таких как вырубка лесов, урбанизация, сезонные изменения в сельском хозяйстве.

Прогнозирование и моделирование — для предсказания экологических или климатических изменений.

Анализ пространственно-временных данных — для выявления зависимостей и закономерностей, связанных с земной поверхностью.

Современные методы интеллектуальной обработки данных ДЗЗ

Современные методы интеллектуальной обработки данных ДЗЗ включают в себя:

1. Машинное обучение (ML)

- Машинное обучение помогает моделировать зависимости в данных, использовать их для классификации, кластеризации, и прогнозирования.
- Примеры алгоритмов: метод опорных векторов (SVM), k-средние (k-means), деревья решений, случайные леса.

2. Глубокое обучение (DL)

- Глубокое обучение позволяет обрабатывать большие массивы данных ДЗЗ с высоким разрешением и использовать нейронные сети для сложной классификации и распознавания объектов.
- **Свёрточные нейронные сети (CNN):** для классификации изображений, выделения объектов и сегментации.
- **Рекуррентные нейронные сети (RNN):** используются для анализа временных рядов, например, изменений в растительности или водных ресурсах на протяжении времени.

3. Генеративные соревновательные сети (GAN)

Генеративные сети используются для создания синтетических данных, что может быть полезно при недостатке обучающих данных или для моделирования разных сценариев.

Применение GAN для дополнения данных позволяет повысить точность обученных моделей.

Сверточные сети для сегментации (U-Net)

- U-Net активно применяется для сегментации изображений ДЗЗ. Она хорошо подходит для задач классификации земных объектов, таких как леса, водоемы, дороги.

Анализ и прогнозирование на основе временных рядов

- При анализе данных ДЗЗ во временной динамике применяются такие методы, как временные сети на основе долгой краткосрочной памяти (LSTM) и RNN. Они позволяют предсказывать изменения на основе временных зависимостей в данных.

Методы кластеризации

- Использование алгоритмов кластеризации (например, k-means, DBSCAN) позволяет группировать объекты на изображении, выделяя, например, зоны урбанизации, водоемы или сельскохозяйственные угодья.

Геостатистические методы

- Эти методы помогают выявлять пространственные закономерности в данных ДЗЗ. Например, методы интерполяции и кригинга позволяют оценивать недостающие данные и более точно определять параметры различных территорий.

Примеры применения методов интеллектуальной обработки данных ДЗЗ

1. Агромониторинг и сельское хозяйство

- Применение индексов, таких как NDVI (нормализованный вегетационный индекс), и глубокое обучение позволяет анализировать состояние сельскохозяйственных культур, прогнозировать урожайность и выявлять зоны с пониженной продуктивностью.

2. Городской анализ и управление инфраструктурой

- Методы сегментации позволяют автоматически выделять здания, дороги и зеленые зоны, что полезно для анализа урбанизации и обновления карт.

3. Мониторинг лесных и водных ресурсов

- Использование глубоких нейронных сетей помогает анализировать состояние лесов, выявлять зоны вырубki и лесных пожаров, а также контролировать качество воды и выявлять зоны загрязнения.

4. Анализ изменения климата

- Совмещение временных рядов и алгоритмов машинного обучения позволяет моделировать и предсказывать изменения климата и их влияние на различные экосистемы.

Программные инструменты для интеллектуальной обработки данных ДЗЗ

Существует множество инструментов для анализа данных ДЗЗ с использованием методов искусственного интеллекта:

Google Earth Engine — облачная платформа для обработки и анализа спутниковых данных. Позволяет использовать методы ML и DL, а также вычислительные мощности Google для обработки огромных массивов данных.

QGIS — ГИС-платформа с поддержкой обработки данных ДЗЗ, где могут быть интегрированы плагины для машинного и глубокого обучения.

ENVI и **ERDAS IMAGINE** — инструменты для обработки и анализа ДЗЗ с мощным функционалом для классификации и использования нейросетей.

Python (библиотеки: TensorFlow, Keras, PyTorch) — открытые библиотеки для разработки и обучения моделей на основе методов машинного и глубокого обучения.

ArcGIS — мощная ГИС-платформа с широким спектром инструментов для обработки данных ДЗЗ и интеграции моделей искусственного интеллекта.

Вызовы и проблемы применения интеллектуальных методов в ДЗЗ

Большие объемы данных — обработка данных высокого разрешения требует больших вычислительных ресурсов.

Шум и искажения в данных — данные могут содержать помехи, вызванные погодными условиями, облачностью или искажениями от датчиков.

Необходимость в обучающих данных — для точного обучения моделей требуется большое количество размеченных данных, что может быть затруднительно для некоторых регионов или типов объектов.

Проблема генерализации — модели, обученные на одном регионе, могут давать неточные результаты на других территориях, что требует дообучения или адаптации.

Заключение

Интеллектуальные методы обработки данных дистанционного зондирования Земли позволяют автоматизировать и значительно повысить точность анализа. Эти методы находят применение в сельском хозяйстве, экологии, городском планировании, прогнозировании климатических изменений и других областях. Однако для эффективного использования методов ИИ и машинного обучения в анализе данных ДЗЗ требуется высококачественная разметка данных, мощные вычислительные ресурсы и специализированные знания.