СТЕНДОВЫЙ ДОКЛАД

Двадцать четвертая международная конференция "СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА", 2026

Инструмент интерактивной сегментации объектов на основе Segment Anything в системе Вега-Science

Разметка контуров сельскохозяйственных полей и других объектов на спутниковых снимках

А.В. Кашницкий, А.М. Константинова, А.А. Прошин

Институт космических исследований РАН, Москва

ssl.sci-vega.ru

Зачем нужен новый инструмент

Контуры полей меняются

Для мониторинга нужны актуальные векторные границы полей и рабочих участков

Ручная разметка трудоёмка

В том числе обучающие выборки для нейросетевых моделей по-прежнему обводятся вручную

Графовая сегментация требует настройки

Прежний инструмент на основе метода Felzenszwalb требует подбора параметров

Плохо переносится на другие объекты

Настройки, подобранные для полей, не подходят для объектов другой природы

Решение: интерактивная сегментация нейросетевой моделью SAM — объект выделяется по одному щелчку, без дообучения и настройки параметров

Модель Segment Anything (SAM)

Снимок
фрагмент изображения для области интереса

→

Кодировщик ViT
тяжёлый, запускается 1 раз на снимок

→

Декодер масок
лёгкий, мгновенно отвечает на каждую подсказку

→

Маска объекта
по подсказке: точкам и/или рамке

Обучена на наборе из более чем 1 млрд масок (Kirillov et al., 2023); выделяет объект без дообучения

Три варианта модели на выбор пользователя

MobileSAM
Самая быстрая: кодировщик в 100+ раз меньше, доли секунды даже без GPU

SAM ViT-B
Баланс скорости и качества

SAM ViT-H
Наиболее точные границы ценой больших вычислительных затрат

Как работает сервис

1
Подсказка
Пользователь указывает объект на снимке

2
Фрагмент
Загрузка и подготовка изображения области

3
Инференс
Выбранная модель SAM строит маску

4
Векторизация
Маска превращается в полигоны

5
Геопривязка
Пиксельные координаты → географические

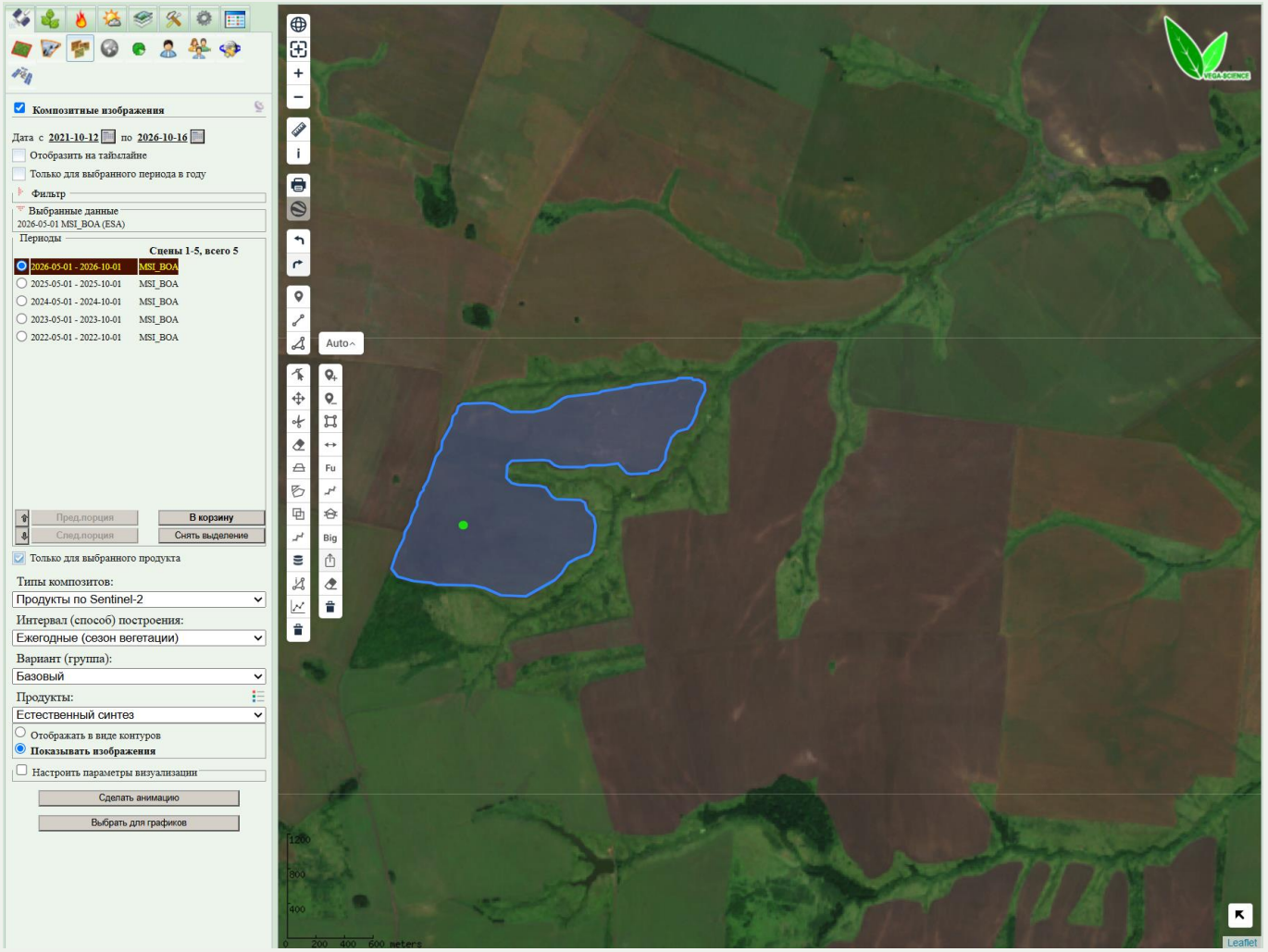
6
Результат
Векторный объект в интерфейсе: правка и сохранение

Python · FastAPI
Веб-сервис вызывается прямо из интерфейса Вега-Science

Обработка на сервере
Пользователю достаточно доступа к интерфейсу системы

Кеширование
Повторные запросы к той же области обрабатываются быстрее

Интерфейс инструмента в Вега-Science



Точка плюс для сегментации

Точка минус для сегментации

Границы для сегментации

Перенос объектов

Выбор модели

Упрощение границ

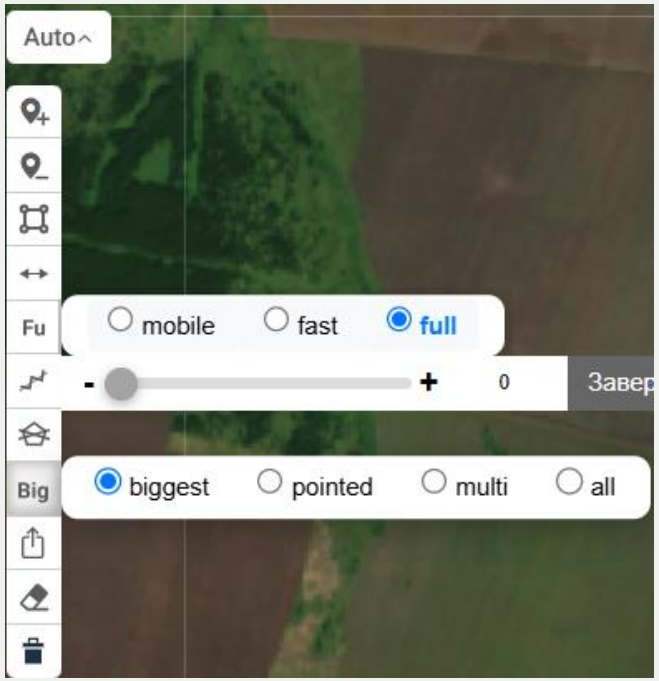
Фильтрация объекта по мин. площади

Выбор режима

Запуск сегментации

Удалить объекты

Удалить все объекты



Возможности и режимы указания объекта

Точки	Один или несколько щелчков внутри объекта
Точки исключения	Указание того, что не входит в объект
Рамка или контур	Прямоугольник или контур вокруг объекта
Точки + контур	Комбинация подсказок для сложных случаев
Упрощение контура	Для более гладких границ
Множество объектов	Выделение сразу многих объектов: каждая точка — отдельный объект
Мультиполигон	Для объекта из нескольких независимых контуров

> Результат — векторный объект (или набор объектов), который можно отредактировать и сохранить

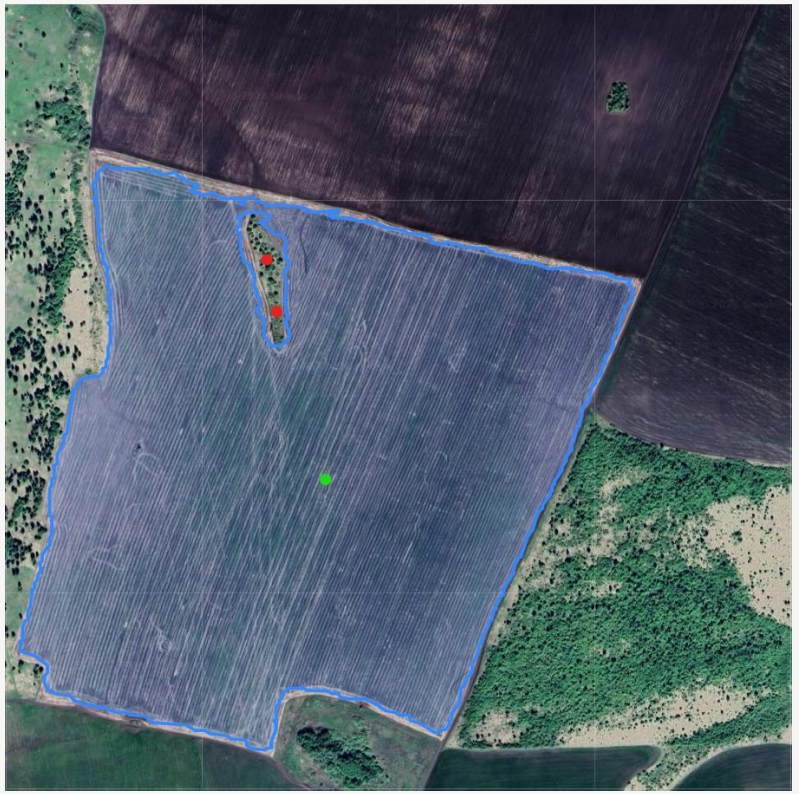
Данные для обработки

Любые изображения из архивов ЦКП «ИКИ-Мониторинг» или подложка Google



Данные из архивов ЦКП ИКИ-Мониторинг

Например, сцены или композитные изображения по данным Sentinel-2



Подложка СВР

Изображения сверхвысокого пространственного разрешения

Скорость обработки одного объекта

Время полного запроса: · CPU: AMD EPYC 7413 (8 ядер) · GPU: NVIDIA A10

	Тестовый снимок Sentinel-2		Композит S2 из архива ЦКП		Подложка Google	
Модель	**CPU**	**GPU**	**CPU**	**GPU**	**CPU**	**GPU**
Без модели (накладные расходы)	0,19	0,17	2,56	2,61	1,18	0,88
MobileSAM	0,48	0,48	2,83	2,55	1,12	0,89
SAM ViT-B	2,31	0,31	5,19	2,76	3,08	0,96
SAM ViT-H	6,84	0,88	9,63	3,36	7,86	1,42

≈ 10×

ускорение работы SAM ViT-H на GPU (без учёта подготовки данных)

≤ 0,3 с

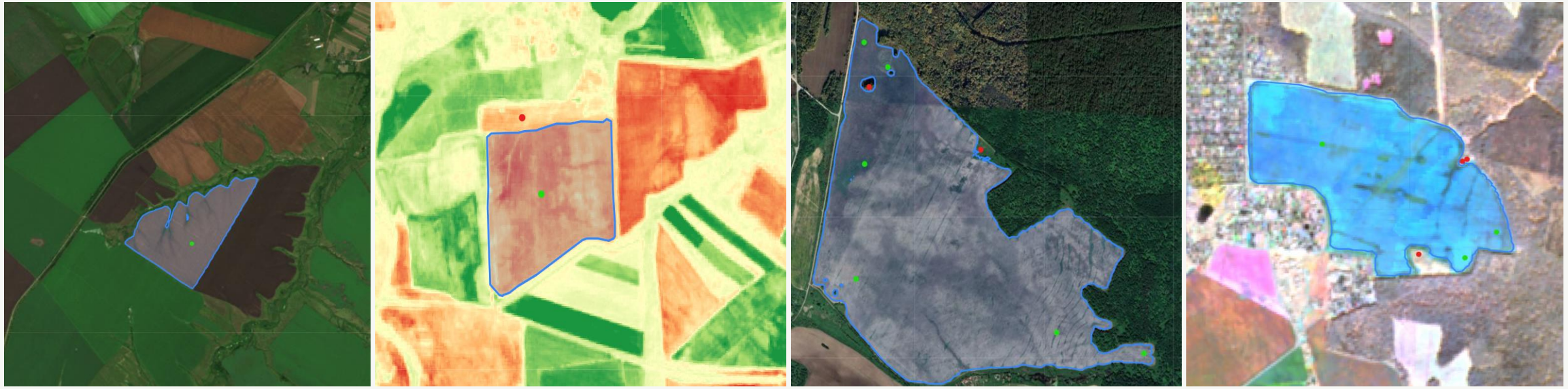
добавляет MobileSAM к подготовке данных даже на CPU

0,2–2,6 с

накладные расходы на загрузку фрагмента — на GPU основная доля времени

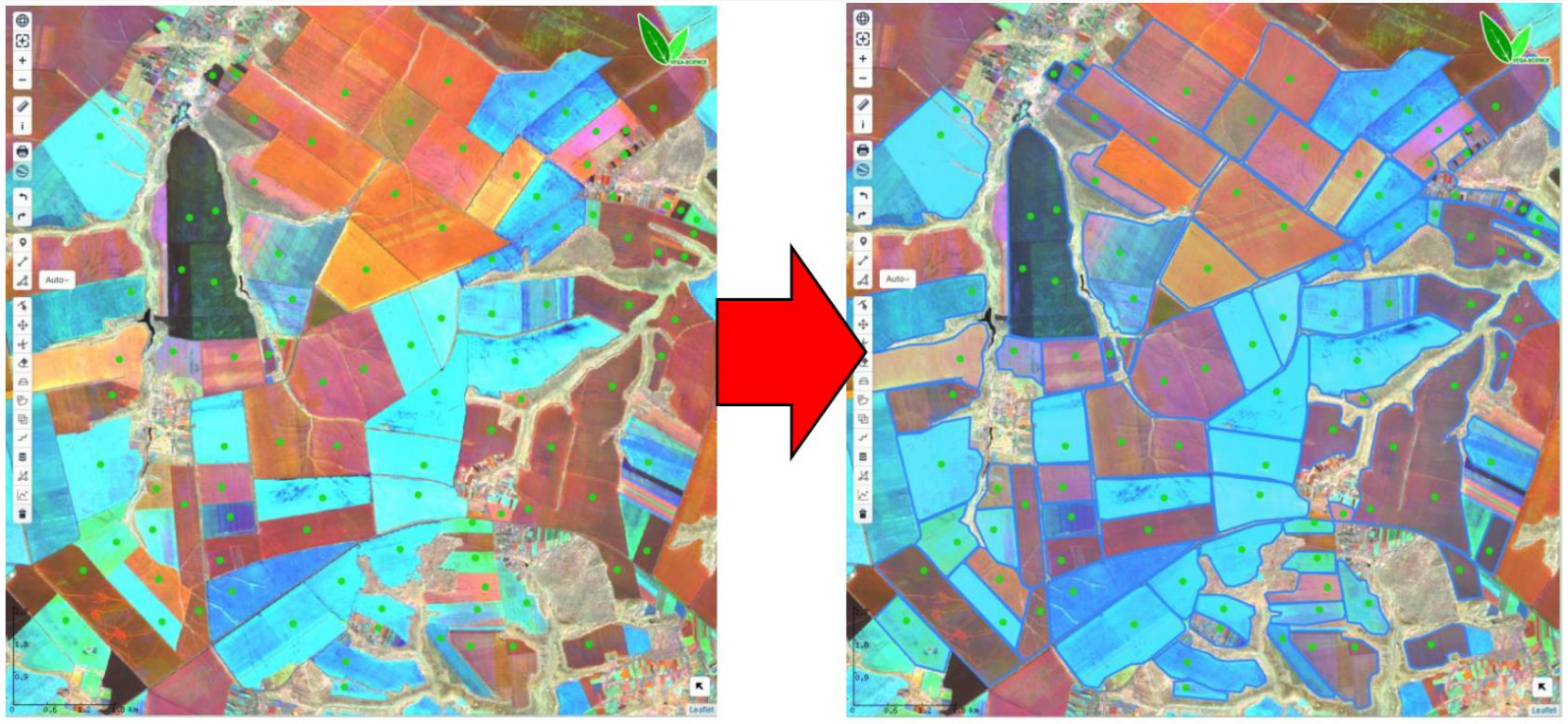
Примеры: сельскохозяйственные поля

Внешние границы полей и их рабочие участки. Особенно полезно на сложных участках, где классическая сегментация даёт избыточное дробление или ошибочные объединения

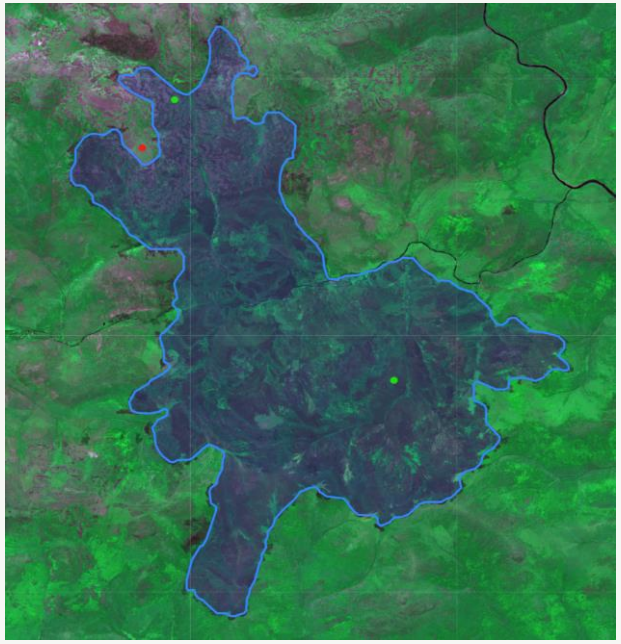


Примеры: сельскохозяйственные поля

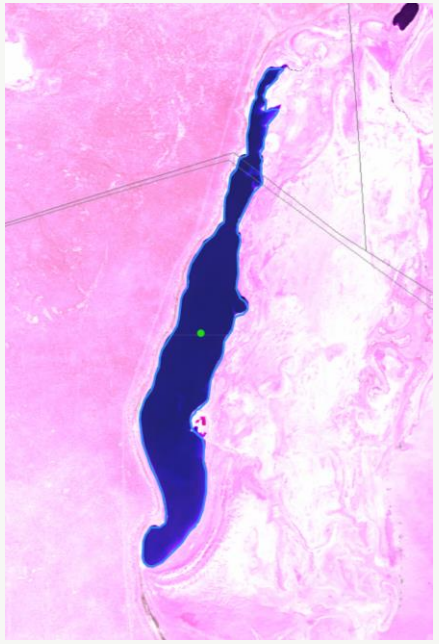
Пример выделения в режиме нескольких объектов



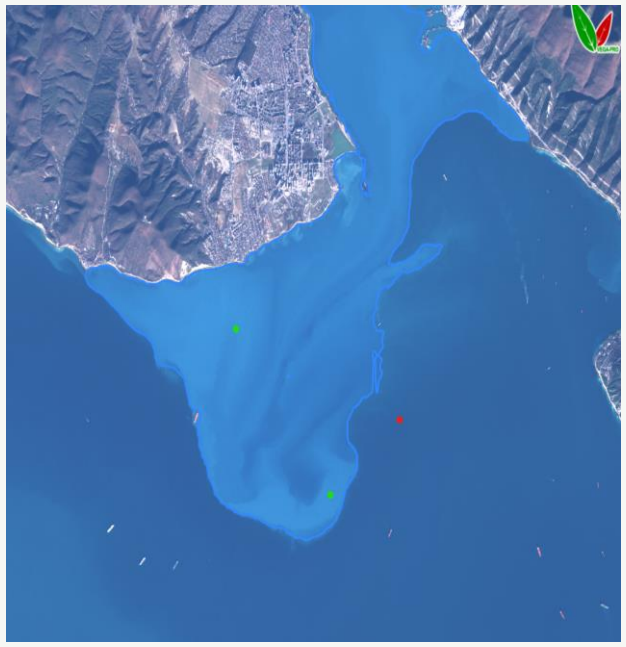
Примеры: другие объекты



Лесные гари



Озёра



Область выноса рек



Антропогенные объекты

Подготовка обучающих выборок: вместо обводки контура вручную — один или несколько щелчков на объекте

Выводы и развитие

Результаты

- Инструмент внедрён в Вега-Science и вызывается прямо из интерфейса
- Векторные контуры полей и других объектов без обучающих данных и настройки параметров
- Три модели на выбор: от быстрой MobileSAM до наиболее точной SAM ViT-H
- На GPU полный запрос с ViT-H занимает около 1–3,5 с

Развитие

- Переход на модели следующего поколения
- Дообучение моделей под конкретные задачи
- Пакетная обработка объектов по заданным точкам или ранее оцифрованным контурам

Литература

Кашницкий А.В. и др. Создание инструментов для удалённой обработки спутниковых данных в современных информационных системах // Современные проблемы ДЗЗ из космоса. 2015. Т. 12. № 1. С. 156–170.

Кашницкий А.В., Бурцев М.А., Прошин А.А. Технология создания безоблачных композитных изображений по данным спутников серии Sentinel-2 // Современные проблемы ДЗЗ из космоса. 2022. Т. 19. № 5. С. 76–85.

Лупян Е.А. и др. Опыт эксплуатации и развития центра коллективного пользования системами архивации, обработки и анализа спутниковых данных (ЦКП «ИКИ-Мониторинг») // Современные проблемы ДЗЗ из космоса. 2019. Т. 16. № 3. С. 151–170.

Felzenszwalb P.F., Huttenlocher D.P. Efficient graph-based image segmentation // IJCV. 2004. Vol. 59. No. 2. P. 167–181.

Kirillov A. et al. Segment Anything // Proc. IEEE/CVF ICCV. 2023. P. 4015–4026.

Loupian E. et al. Usage Experience and Capabilities of the VEGA-Science System // Remote Sensing. 2022. Vol. 14. No. 1. Art. 77.

Osco L.P. et al. The Segment Anything Model (SAM) for remote sensing applications: From zero to one shot // JAG. 2023. Vol. 124. Art. 103540.

Zhang C. et al. Faster Segment Anything: Towards Lightweight SAM for Mobile Applications. arXiv:2306.14289. 2023.

Работа выполнена с помощью инфраструктуры ЦКП «ИКИ-Мониторинг» (ckp.geosmis.ru) в рамках темы ИКИ РАН «Мониторинг» (госрегистрация № 126031818938-6)