

Композиция алгоритмов сегментации изображений для получения точных масок экземпляров листьев томата

Иван Журавлев, Андрей Макаренко

Институт проблем управления РАН, Москва, Россия

Международная научная конференция
«Суперкомпьютерные дни в России 2023»

МГУ, Москва, Россия

26 сентября 2023 г.

Актуальность проблематики

- Сельское хозяйство занимает важную часть экономики любой страны.
 - Согласно статистике, 55% пищи, потребляемой человеком, является растительной.
 - Как правило, анализ состояния посевов, производится людьми вручную.
 - Квалифицированных специалистов (агрономов) не хватает.
 - По данным ООН, до 50% урожая погибает.
-
- ✓ Цифровое земледелие.
 - ✓ Интеллектуальные мониторинговые системы.
 - ✓ Машинное зрение, конвергирование данных от сенсоров и систем.
 - ✓ НРС в условиях промышленного развёртывания аналитической системы.

Описание задачи

- Томаты, произрастающие в условиях промышленных теплиц.
- Распознавание патологий, прирост биомассы, степень зрелости.
- Датасет: 2400 растений, более 100 тыс. фотоизображений высокого разрешения, около 40 патологий. Реальные условия съёмки!
- Сложная граница листа, вырожденная палитра, объекто-подобный фон, скопления объектов, перекрытия, размытие, вариация освещения.



(a)

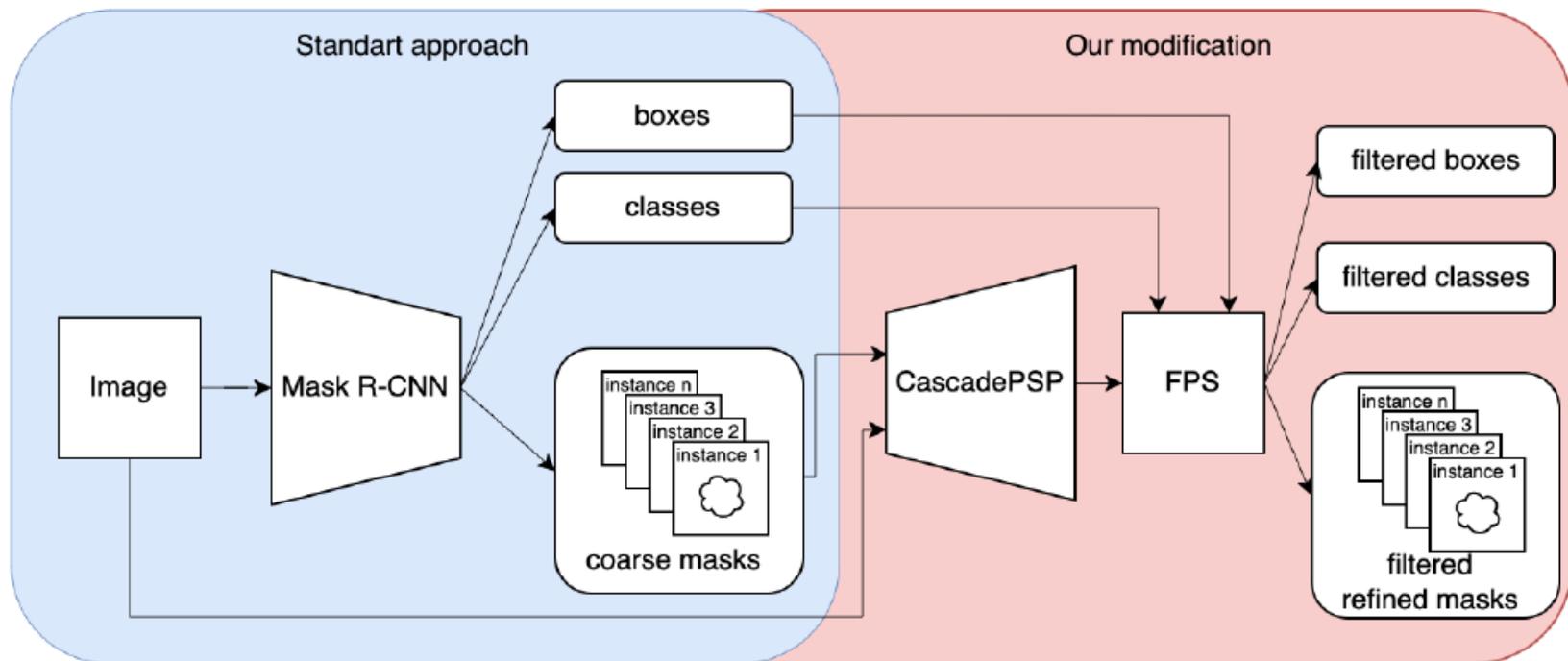
(b)

(c)

(d)

Решение задачи

- В качестве энкодера признаков была выбрана сеть ResNet-50 в комбинации с пирамидой признаков (FPN).
- Якоря генерировали на масштабах [64, 128, 256, 512, 1024] пикселей.
- Оригинальный алгоритм подавления ложных гипотез (FPS).
- Дообучение CascadePSP (предобучена на датасете BIG).



Результаты

Модель	precision	recall	F1	средний IoU	ms/image
Mask R-CNN	0.8656	0.8349	0.8500	0.8896	202
Mask R-CNN 112 × 112	0.8541	0.8563	0.8552	0.8912	211
Mask R-CNN + CascadePSP	0.8675	0.8367	0.8518	0.9018	5540
Mask R-CNN + CascadePSP + ПЛГ	0.8737	0.8342	0.8535	0.9016	5663

○ Подтверждение через t-тест Стьюдента: H_0 – различия в средних значениях метрики IoU отсутствуют. Критический уровень статистической значимости 10^{-4} .

Базовая модель	Улучшенная модель	p-value
Mask R-CNN	Mask R-CNN 112 × 112	0.543
Mask R-CNN	Mask R-CNN + CascadePSP	10^{-6}

Результаты



○ У крупных листьев со сложной границей наблюдается попиксельная точность.

○ На маленьких листьях прирост качества не очень заметен (выпуклая форма и простая граница).

○ В последнем ряду показана работа алгоритма подавления ложных гипотез.

○ Достигнутое улучшение границ масок позволяет существенно лучше диагностировать патологии, концентрирующиеся на периферии листа (например рак).

Заключение

- Интеллектуальные мониторинговые, рекомендательные и управляющие системы – это будущее сельского хозяйства.
- Системы интеллектуальной обработки данных резко и существенно усложняются, при реализации их на промышленном уровне (технологические, экономические, организационные требования).
- При промышленном развёртывании систем интеллектуальной видеоаналитики – возникает задача оптимизации алгоритмов и конвейеров обработки данных, с целью снижения нагрузки на вычислительные системы.
- Основную нагрузку вызывают не только собственно «нейросети», но и ряд сопутствующих этапов пред- и пост-обработки.