

Применение методов машинного обучения в задаче улучшения разрешения снимков, полученных со спутника

Белозерцев А. О., Воскресенский Н. Д., Грибова О. Б., Казаков А. А.,
Мурзаев Я. А., Хохлов А. А., Шабалина А. А.

Цель и предмет исследования

Основной целью работы является разработка алгоритма повышения пространственного разрешения мультиспектральных изображений и изображений с узким диапазоном частот.

Предметом исследования являются изображения с различным набором частот, имеющие низкое пространственное разрешение, а также панхроматические и RGB-изображения.

Метод

Для решения задачи улучшения качества снимков поверхности земли предлагается использовать методы машинного обучения, в частности нейронные сети.

Обозначения

Введем следующие обозначения:

- ▶ x – исходное изображение
- ▶ y – изображение с пониженным разрешением, полученное некоторым преобразованием из x . y подается на вход алгоритма.
- ▶ z – изображение с повышенным разрешением на выходе алгоритма
- ▶ $x(i, j)$ – пиксель под номером (i, j) изображения x
- ▶ MAX_x – пиксель максимальной яркости в изображении x

Постановка задачи

Пусть дано некоторое изображение плохого качества (с недостаточным разрешением). Необходимо представить метод увеличения разрешения изображения y (размера $m \times n$), результат которого превосходит результаты методов, представленных в литературе. В качестве метрики качества работы алгоритма выберем PSNR для удобства сравнения с существующими методами.

$$PSNR = 10 \lg \left(\frac{MAX_x^2}{MSE} \right), \quad (1)$$

где

$$MSE = \frac{1}{mn} \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} [x(i, j) - z(i, j)]^2 \quad (2)$$

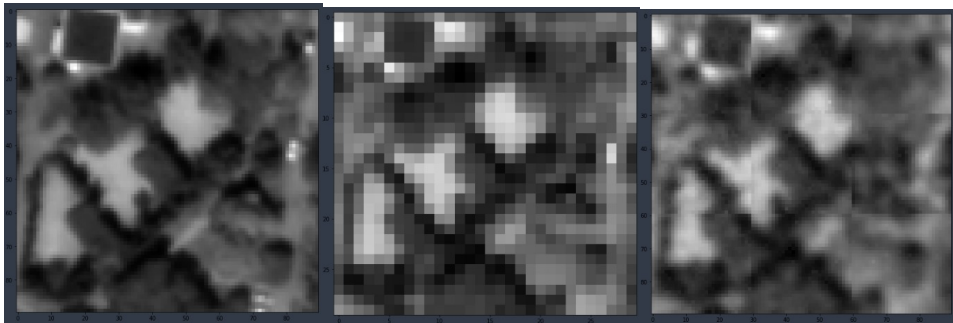
Алгоритм 1: Подготовка выборки

- ▶ 1560×1560 пикселей – размер начального изображения
- ▶ 30×30 пикселей – размер "нарезанных" изображений
- ▶ метод понижения разрешения "нарезанных" изображений – усреднение областей размера 3×3 пикселя
- ▶ размер изображения с пониженным разрешением 10×10 пикселей
- ▶ размер обучающей выборки $\approx 2\,700$

Алгоритм 1: Линейная нейронная сеть

- ▶ 9 скрытых слоев
- ▶ после каждого линейного слоя размер изображения увеличивался на 100 пикселей
- ▶ нелинейной функции активации между каждым слоем – ReLu
- ▶ все выходы последнего слоя, имеющие отрицательное значение, на итоговой картинке будут выглядеть как битые пиксели
- ▶ в конце выполнялось увеличение размера изображения с 900 до 3600 пикселей с целью проведения последующего усреднения

Результаты алгоритма 1



(a) оригинал

(b) пониженное
разрешение

(c) результат

Рис. 1 – Линейная нейронная сеть

Результаты алгоритма 1

- ▶ наличие швов связано с независимостью исходных изображений друг от друга
- ▶ риск переобучения из-за большого числа параметров сети, в сравнении с объемом данных

Алгоритм 2: Подготовка выборки

- ▶ 1560×1560 пикселей – размер начального изображения
- ▶ 9×9 пикселей – размер “нарезанных” изображений
- ▶ метод понижения разрешения “нарезанных” изображений – усреднение областей размера 3×3 пикселя
- ▶ размер изображения с пониженным разрешением 3×3 пикселей
- ▶ после усреднения производился сдвиг на 3 пикселя на начальном изображении, и усреднение повторялось
- ▶ на значение пикселя влияют лишь его близлежащие соседи, которые могут содержать в себе информацию о том же объекте
- ▶ размер обучающей выборки $\approx 270\,000$

Алгоритм 2: Использование девяти независимых конволюций

- ▶ для ухудшенного изображения 3×3 производилась билинейная интерполяция с целью увеличения размера изображения до размера 9×9
- ▶ 9 различных конволюций к центральной области 4×4
- ▶ каждая конволюция имеет ядро размером 3×3 , обучение которого происходит независимо от остальных
- ▶ необходимо подобрать 81 параметр
- ▶ в конце выполнялось увеличение размера изображения с 900 до 3600 пикселей с целью проведения последующего усреднения

Результаты: девять независимых конволюций

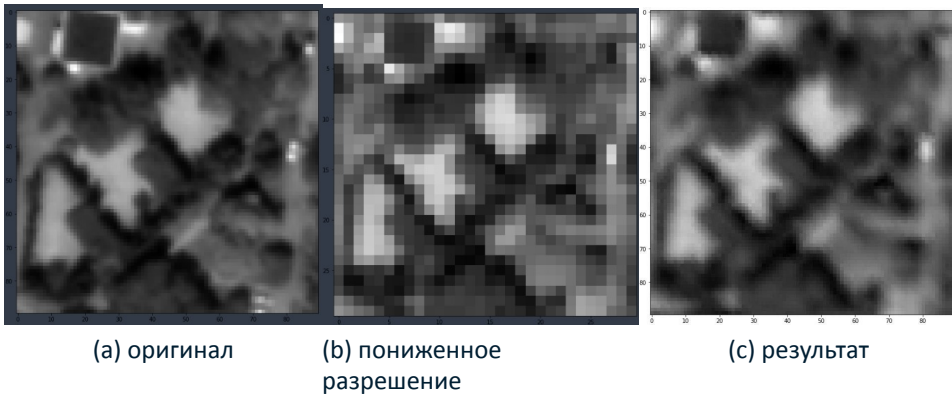


Рис. 2 – Использование девяти независимых конволюций