

# **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

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

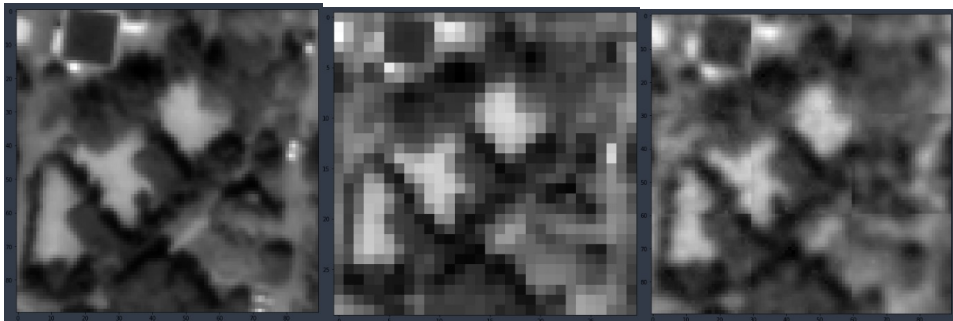
## Алгоритм 1: Подготовка выборки

- ▶  $1560 \times 1560$  пикселей – размер начального изображения
- ▶  $30 \times 30$  пикселей – размер "нарезанных" изображений
- ▶ метод понижения разрешения "нарезанных" изображений – усреднение областей размера  $3 \times 3$  пикселя
- ▶ размер изображения с пониженным разрешением  $10 \times 10$  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

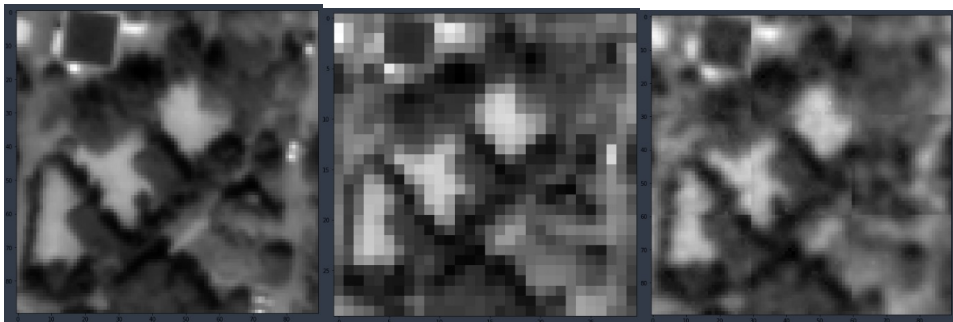
## Алгоритм 2: Подготовка выборки

- ▶  $1560 \times 1560$  пикселей – размер начального изображения
- ▶  $9 \times 9$  пикселей – размер “нарезанных” изображений
- ▶ метод понижения разрешения “нарезанных” изображений – усреднение областей размера  $3 \times 3$  пикселя
- ▶ размер изображения с пониженным разрешением  $3 \times 3$  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  $3 \times 3$  производилась билинейная интерполяция с целью увеличения размера изображения до размера  $9 \times 9$
- ▶ 9 различных конволюций к центральной области  $4 \times 4$
- ▶ каждая конволюция имеет ядро размером  $3 \times 3$ , 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



(a) оригинал

(b) пониженное  
разрешение

(c) результат

Рис. 2 – Использование девяти независимых конволюций