

Сравнение эффективности и скорости методов интерполяции при изменении размеров картинки

InterPoLazio

В. Кудревская + Я. Терещенко + К. Пугин + Л. Деда

NLA, AI Masters
06.11.2023

Постановка задачи

- О чём: методы интерполяции изображений
- Зачем: разобраться как работают методы интерполяции; реализовать их самим и постараться улучшить качество, не увеличив при этом время работы; посмотреть как различные методы сохраняют качество при изменении размеров изображения; сравнить различные интерполяционные методы (в том числе с готовыми реализациями)
- Гипотеза: некоторые методы могут быть более эффективными с точки зрения сохранения качества при изменении размеров изображения
- Приложение: уменьшение размера файла, сглаживание шумов и артефактов

Как измеряем качество

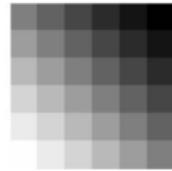
- Mean Squared Error (MSE) – в представлении не нуждается
- Structural Similarity Index Measure (SSIM)

$$\text{SSIM}(x, y) = \frac{(2\mu_x\mu_y + c_1)(2\sigma_{xy} + c_2)}{(\mu_x^2 + \mu_y^2 + c_1)(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + c_2)}$$

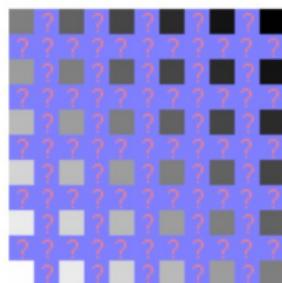
Интер по чему?

Интерполяция

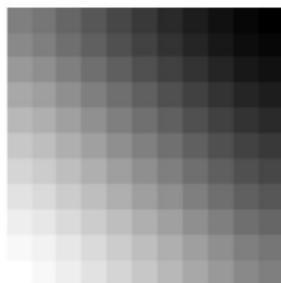
Использование имеющихся данных для получения ожидаемых значений в неизвестных точках.



185%



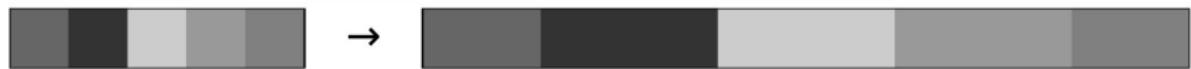
Исходная картинка



Методы интерполяции (неадаптивные)

① Nearest-Neighbor

Цвет пикселя = цвет ближайшего пикселя в исходном изображении



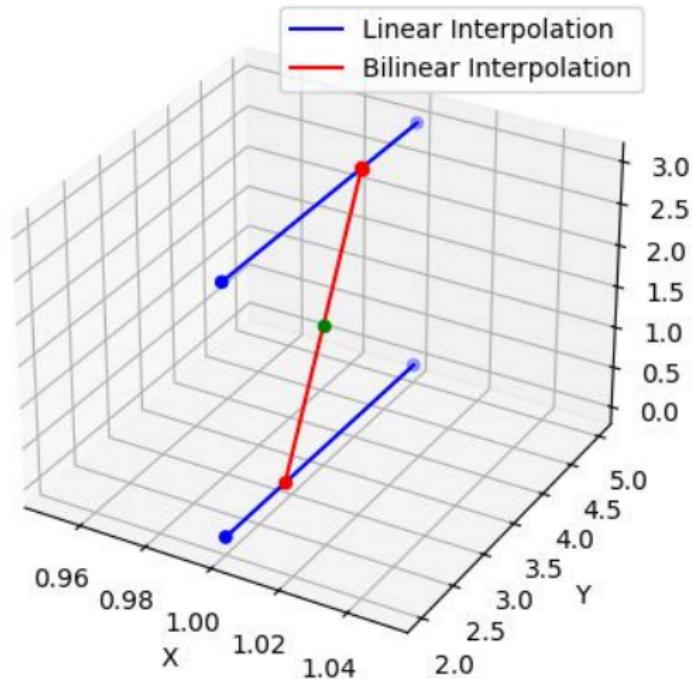
Методы интерполяции (неадаптивные)

② Bilinear Interpolation

Цвет пикселя = взвешенное среднее пикселей, окружающих его



Методы интерполяции (неадаптивные)



Методы интерполяции (неадаптивные)

③ Bicubic Interpolation

Обобщение билинейной интерполяции:

Цвет пикселя = взвешенное среднее пикселей, окружающих его, и их соседей тоже.

Чем ближе пиксель, тем больше вес.



Методы интерполяции (неадаптивные)

④ Cubic Interpolation

$$f(x) = ax^3 + bx^2 + cx + d$$

$$f(0) = p_1$$

$$f(1) = p_2$$

$$f'(0) = \frac{p_2 - p_0}{2}$$

$$f'(1) = \frac{p_3 - p_1}{2}$$

$$a = -\frac{1}{2}p_0 + \frac{3}{2}p_1 - \frac{3}{2}p_2 + \frac{1}{2}p_3$$

$$b = p_0 - \frac{5}{2}p_1 + 2p_2 - \frac{1}{2}p_3$$

$$c = -\frac{1}{2}p_0 + \frac{1}{2}p_2$$

$$d = p_1$$

Методы интерполяции (неадаптивные)

$$f(p_0, p_1, p_2, p_3, x) = \left(-\frac{1}{2}p_0 + \frac{3}{2}p_1 - \frac{3}{2}p_2 + \frac{1}{2}p_3 \right) x^3 +$$

$$\left(p_0 - \frac{5}{2}p_1 + 2p_2 - \frac{1}{2}p_3 \right) x^2 + \left(-\frac{1}{2}p_0 + \frac{1}{2}p_2 \right) x + p_1$$

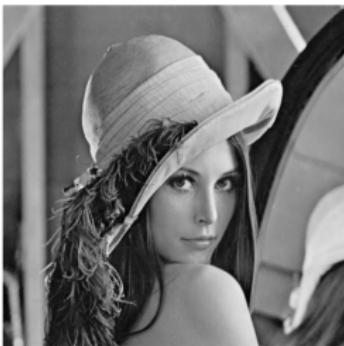
$$p(x, y) = \sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 a_{ij} x^i y^j$$

Тестовые картинки

1200x675



512x512



2028x1521



1920x1280



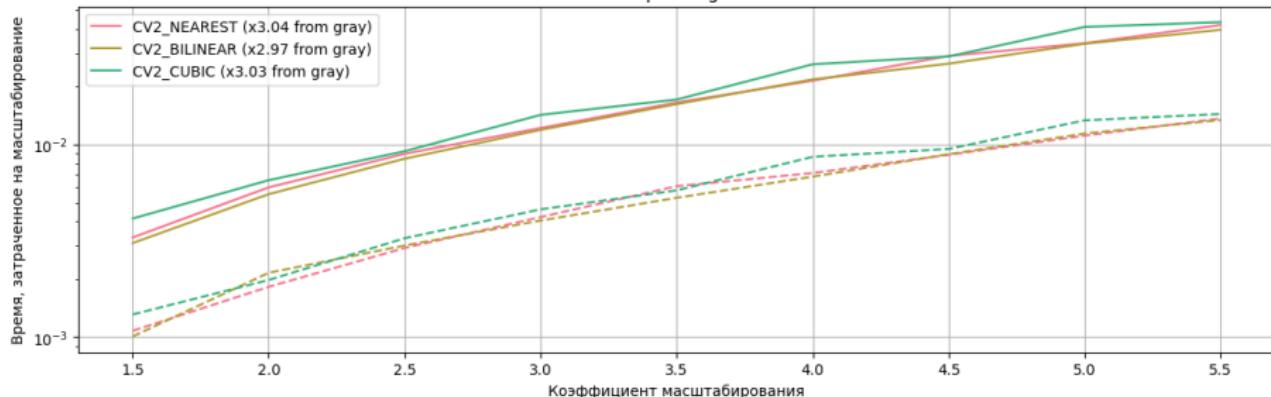
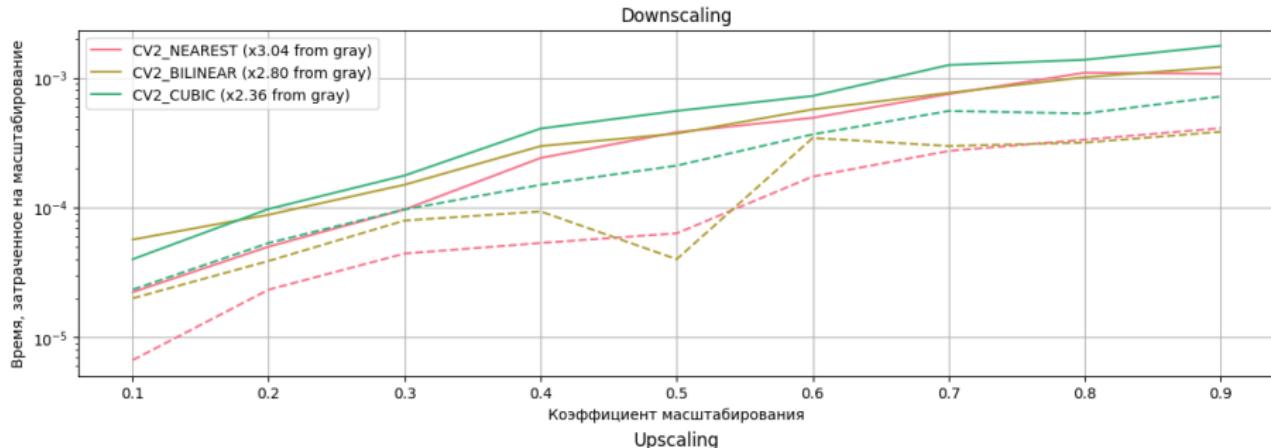
1024x698



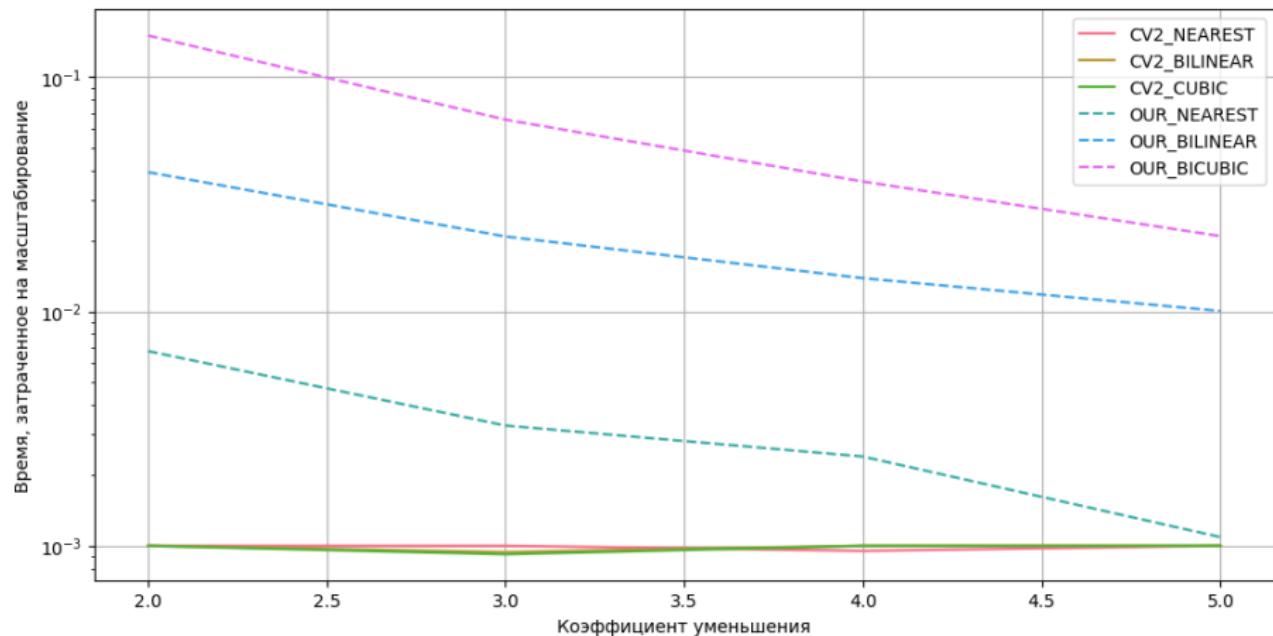
640x330



Дальше экспериментируем с grayscale



Сравнение сложностей



Примеры [Nearest x3]



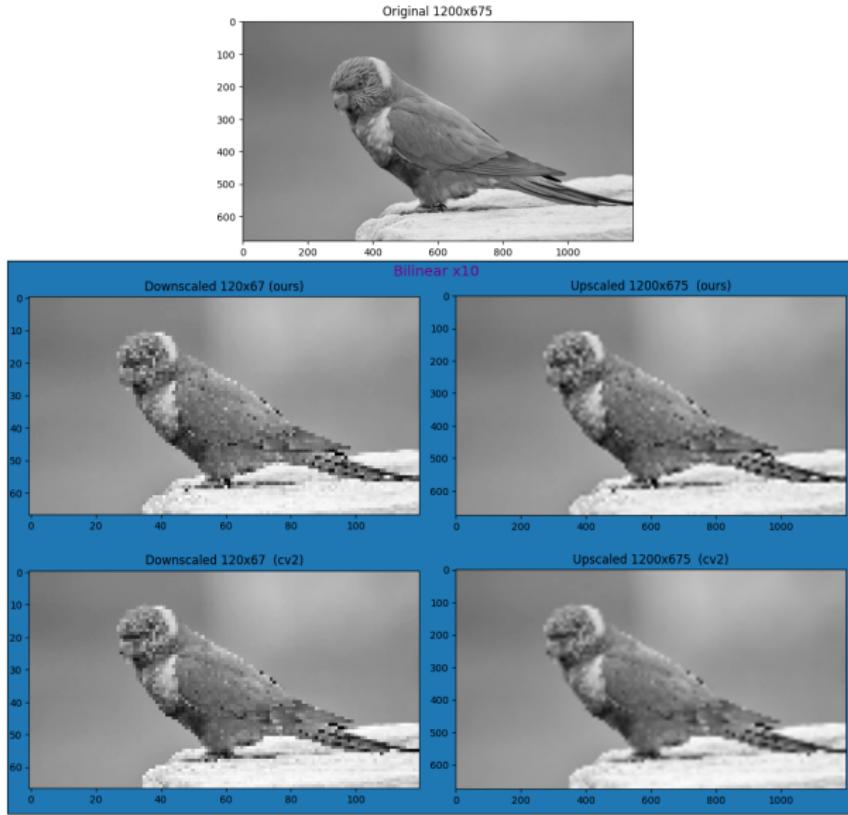
Примеры [Nearest x10]



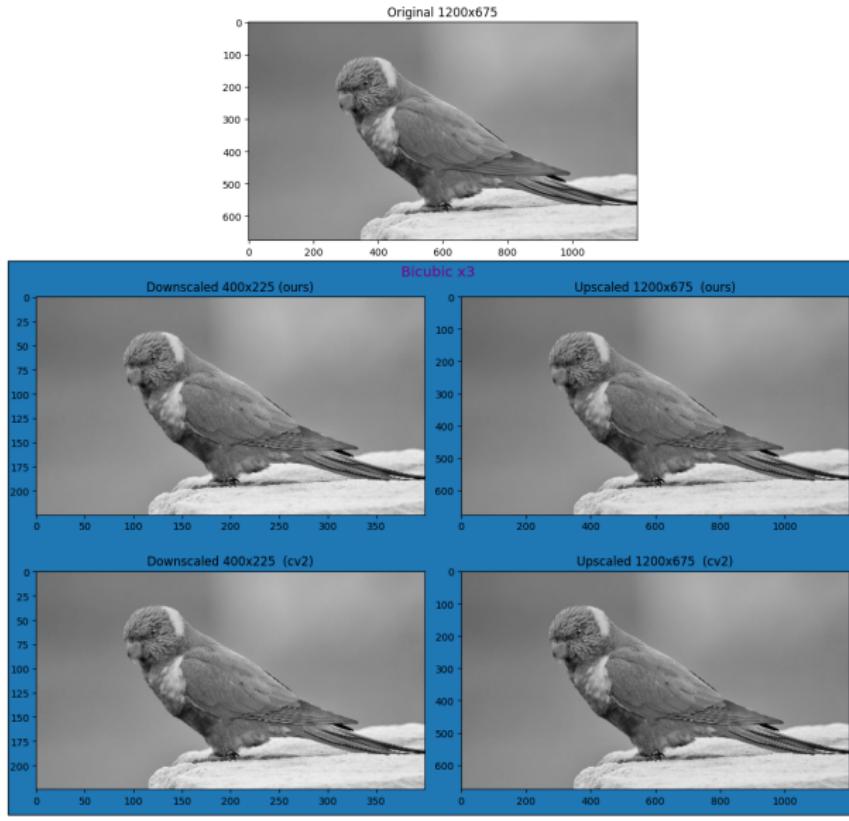
Примеры [Bilinear x3]



Примеры [Bilinear x10]



Примеры [Bicubic x3]



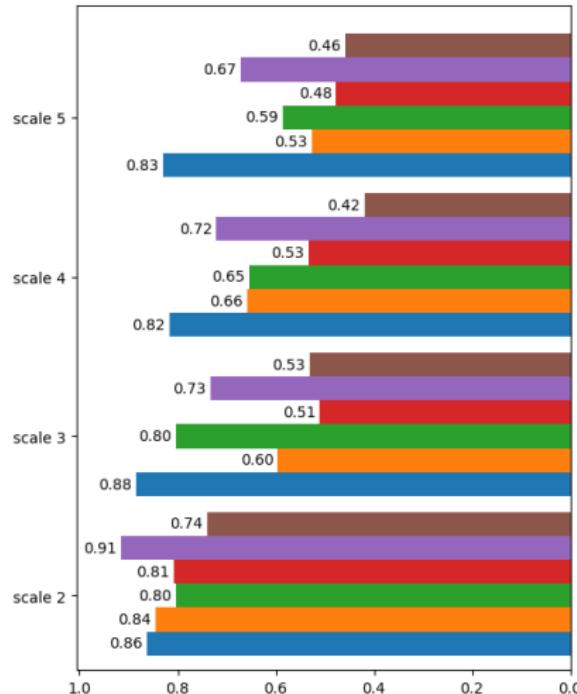
Примеры [Bicubic x10]



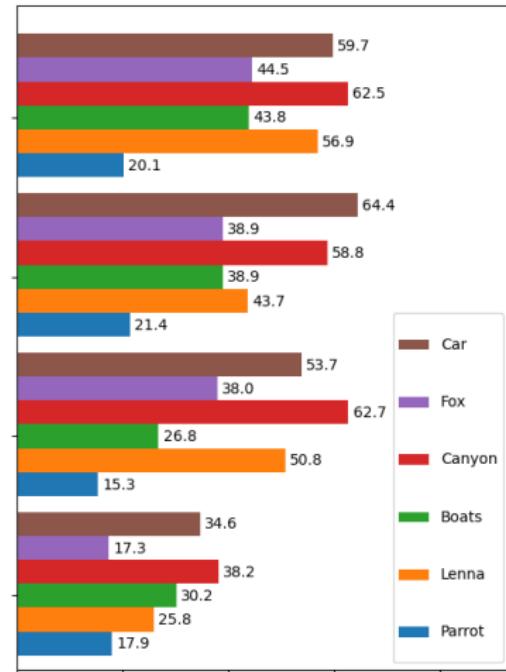
Основные метрики (подробнее в репозитории)

Metrics between Original and Downscaled+Upscaled images (CV2_NEAREST)

Structural Similarity Index (SSIM)



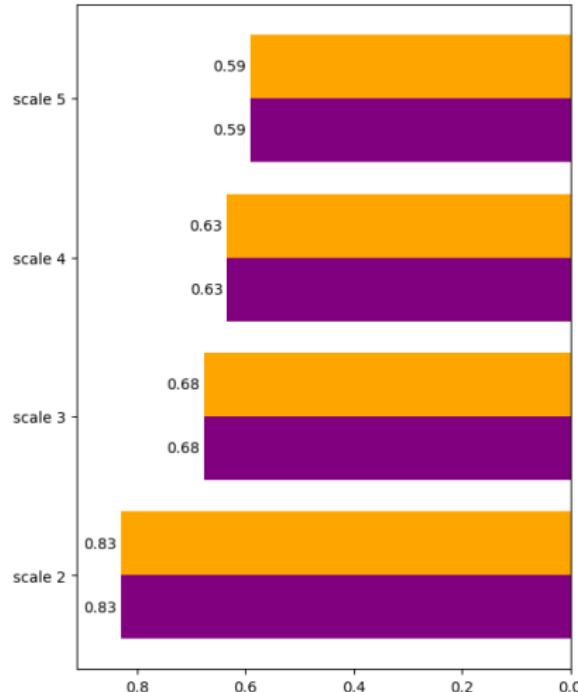
Mean Squared Error (MSE)



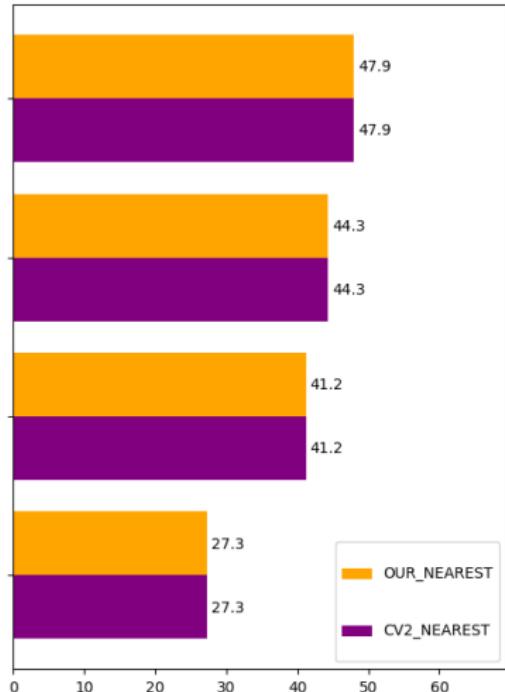
Основные метрики (Nearest)

Averaged metrics (CV2_NEAREST vs OUR_NEAREST)

Structural Similarity Index (SSIM)



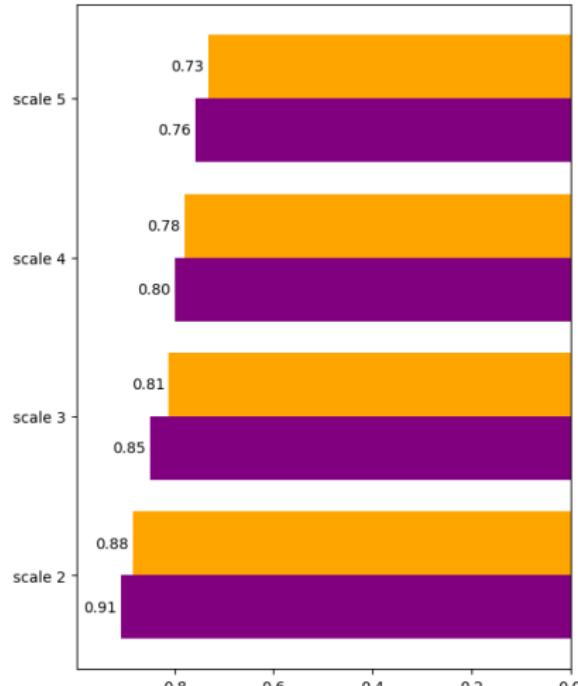
Mean Squared Error (MSE)



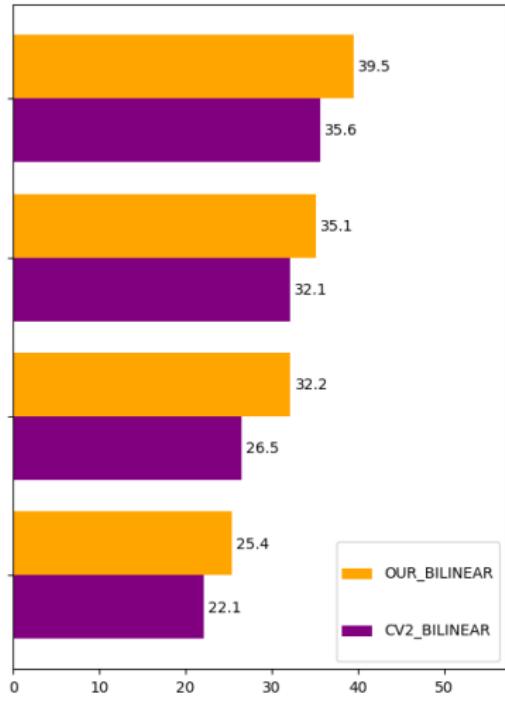
Основные метрики (Bilinear)

Averaged metrics (CV2_BILINEAR vs OUR_BILINEAR)

Structural Similarity Index (SSIM)



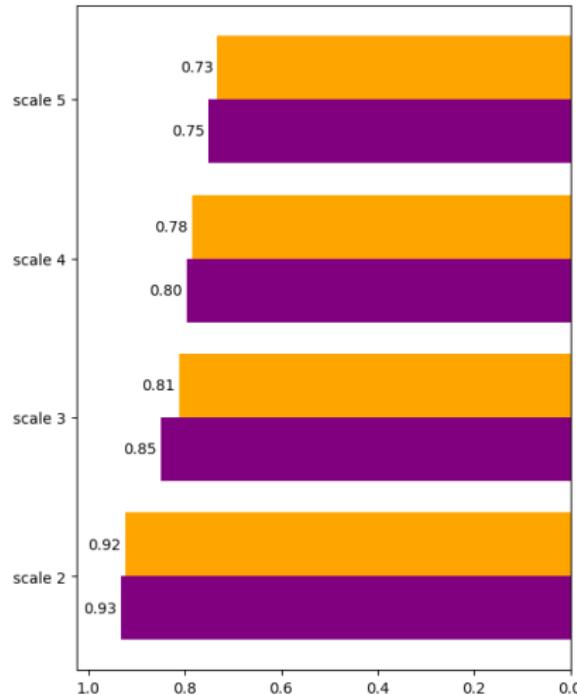
Mean Squared Error (MSE)



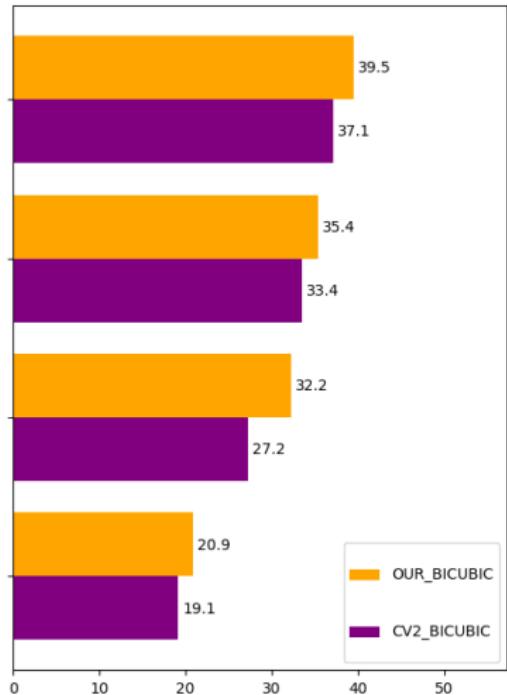
Основные метрики (Bicubic)

Averaged metrics (CV2_BICUBIC vs OUR_BICUBIC)

Structural Similarity Index (SSIM)



Mean Squared Error (MSE)



Выводы

- Реализованы три метода интерполяции – ближайшего соседа, билинейный, бикубический
- Проведены сравнения методов интерполяции с точки зрения времени работы и качества при увеличении и уменьшении изображения

TODO

- Не успели реализовать интерполяцию Ланцоша и Сплайнами
- Не успели проверить, насколько эффективны классические методы интерполяции в сравнении с нейросетевыми

Полезные ссылки

Ссылка на рабочую версию программы: [github link](#)

Упомянутые в презентации работы:

-  Parsania, Pankaj & Virparia, Paresh (2015), *A Review: Image Interpolation Techniques for Image Scaling*, International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering, 02, 7409-7414.
-  Трубаков А.О., Селейкович М.О., *Сравнение интерполяционных методов масштабирования растровых изображений*, Научно-технический вестник Брянского государственного университета, 2017, №1.
-  D. Occorsio, G. Ramella, W. Themistoclakis, *Lagrange–Chebyshev Interpolation for image resizing*, Mathematics and Computers in Simulation, ISSN: 0378-4754, DOI: 10.1016/j.matcom.2022.01.017, vol. 197, pp. 105 – 126, 2022.

Спасибо за внимание!

