

# Deep image prior

Dmitry Ulyanov, Andrea Vedaldi, Victor Lempitsky

Юрий Мокрий

22 января 2018 г.

# Решаемые задачи

Метод, о котором я буду дальше рассказывать, решает задачи из класса **inverse image reconstruction problems**.

Примеры таких задач:

**Superresolution, denoising, inpainting, восстановление изображения по активациям нейронной сети и т.д.**

# Как можно решать

- learning-based подходы (свёрточные сети, обученные на больших объёмах данных)
- learning-free подходы

# Общая постановка задачи

$$\min_x E(x, x_0) + R(x)$$

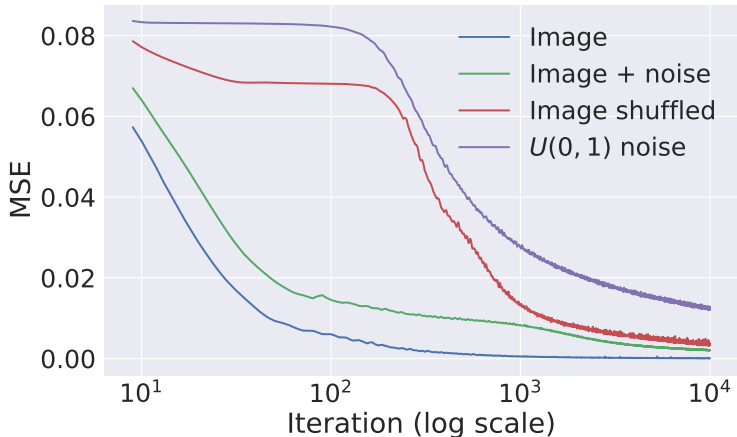
$E(x, x_0)$  - energy (data term),  $R(x)$  - prior

Пример постановки задачи восстановления изображения по представлению (embedding) с Total Variation в качестве prior:

$$E(x, x_0) = \|\Phi(x) - \Phi_0\|^2$$

$$R(x) = \lambda \sum_{ij} \left( (x_{i,j+1} - x_{ij})^2 + (x_{i+1,j} - x_{ij})^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

## Интуиция для дальнейшего метода



**Рис.:** Траектории оптимизации градиентным спуском по  $\theta$  функционала  $\|f_\theta(z) - x\|^2$ , где  $f_\theta$  - свёрточная сеть,  $z$  - фиксированный случайный шум,  $\theta_0$  - случайно

## Deep image prior

Будем находить оптимальное  $x^*$ , как  $x^* = f_{\theta^*}(z)$ , где  $\theta^*$  получено с помощью оптимизации  $E(f_{\theta}(z), x_0)$  после некоторого ограниченного числа итераций GD. Начальное приближение  $\theta_0$  и  $z$  берём случайными. Фактически мы ввели такой неявный prior.

В терминах предыдущей формулировки задачи в качестве prior'а:

$$R(x) = \begin{cases} 0 & \exists \theta \in \text{небольшая локальная окрестность } \theta_0 : x = f_z(\theta) \\ +\infty & \text{иначе} \end{cases} \quad (1)$$

## Интересный результат

Этим авторы показали, что т.к. **сеть не обучалась**, именно в архитектуре свёрточной сети лежит некая априорная информация об изображении (а не только в самих данных), что позволяет ей сначала учить главные статистики изображения, а потом уже шум.

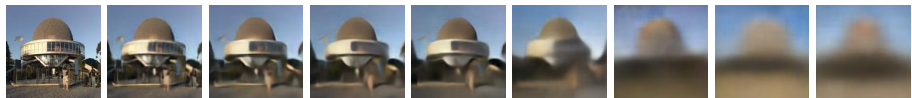
# Задача восстановления изображения по активациям слоёв AlexNet



Inversion with deep image prior



Inversion with TV prior



Pre-trained deep inverting network



## Результаты в superresolution

Таблица: Результаты методов на датасетах Set5 и Set16 по метрике PSNR

	BiCubic	Deep Image Prior	SRResNet
Set5	26.70	27.95	30.09
Set14	33.78	35.06	37.23

Peak signal-to-noise ratio:

$$PSNR = 10 * \log_{10} \frac{MAX_I}{MSE}$$

BiCubic - обобщение кубического сплайна на 2-D. SRResNet - GAN с ResNet.

Ссылка на страницу со статьёй, кодом и множеством примеров.

[https://dmitryulyanov.github.io/deep\\_image\\_prior](https://dmitryulyanov.github.io/deep_image_prior)