

Вариационный подход в задаче повышения разрешения изображения

Студент: Землянский Юрий, 545 группа

Научный руководитель: к.ф.-м.н, А.Т. Вахитов

СПбГУ, 2012

Super Resolution (SR)

Как можно повысить разрешение:

- Увеличение разрешения матрицы в камере
 - Цена ↑, Шум ↑
- Уменьшить размер изображения
- Алгоритмический подход - superresolution

Цели работы

- Сформулировать задачу SR
- Реализовать алгоритм, решающий эту задачу
- Сравнить результаты работы алгоритма с другими программными средствами
 - Сравнить визуально результаты
 - Количественные метрики – PSNR, SSIM

Математическая модель

- Single-frame (upsampling)

$$y = Bx + \varepsilon\sigma$$

,где x - HR изображение,

B - LR изображение,

y - *downsampling* оператор,

$\varepsilon\sigma$ - равномерный шум с дисперсией σ

- Multi-frame

$$y_k = B_k x + \varepsilon\sigma$$

,где $B_k = BW_k$, W_k - оператор сдвига

Идея алгоритма

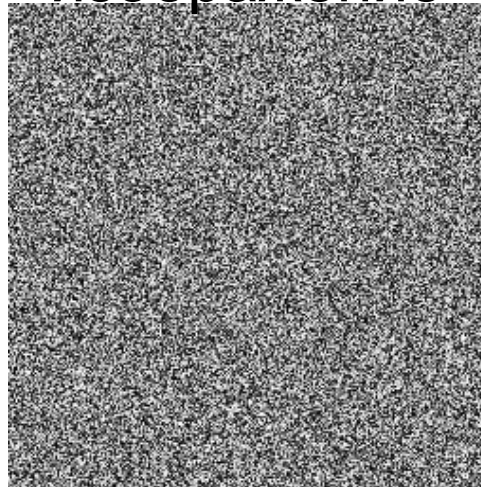
- Два функционала
 - Насколько HR изображение *соответствует* исходным LR изображениям
 - Насколько HR изображение - *реальное*
- Гипотеза: Изображения из реального мира имеют небольшую l_0 норму своего спектра (количество ненулевых компонент)

Идея алгоритма

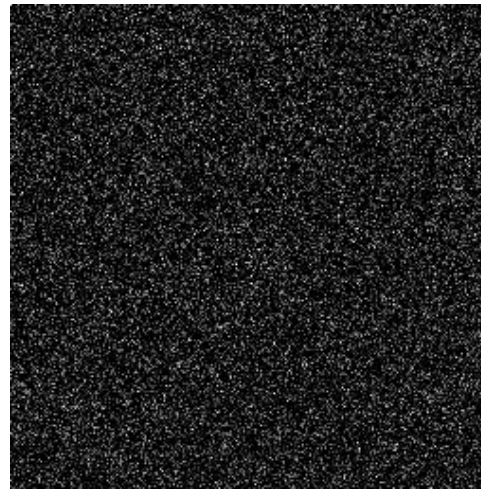
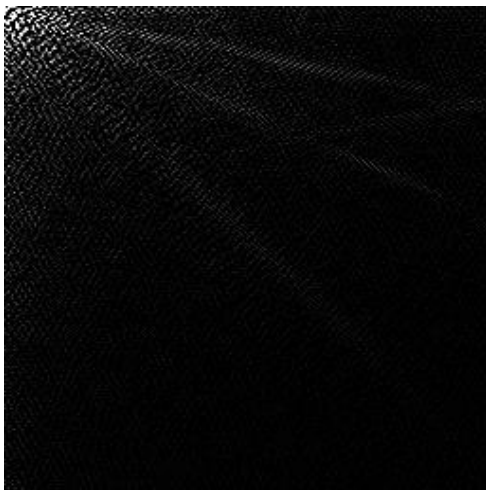
реальное
изображение



случайное
изображение



Спектр (DCT2) изображение



Постановка задачи

- ω - спектр x (почти)
- Φ : изображение \longrightarrow спектр
- Ψ : спектр \longrightarrow изображение

$$\left\{ \begin{array}{l} L_{image}(x, \omega) = \frac{1}{\sigma^2} \|y - Bx\|^2 + \frac{1}{\gamma} \|x - \Psi\omega\|^2 \\ L_{spectrum}(x, \omega) = \tau \|\omega\|_{l_0} + \|\Phi x - \omega\|^2 \end{array} \right.$$

Алгоритм

- Итеративный поиск решения

$$\begin{cases} x_{t+1} = \arg \min_x L_{image}(x, \omega_t) \\ \omega_{t+1} = \arg \min_x L_{spectrum}(x_{t+1}, \omega) \end{cases}$$

- Нахождение $x_{t+1} \sim$ численное решение линейного уравнения
- $\omega_{t+1} = Th_{\sigma}\{\Phi x_{t+1}\}$, где

$$Th_{\sigma}(v)_{i,j} = \begin{cases} 0, & |v_{i,j}| < \sigma \\ v_{i,j}, & |v_{i,j}| \geq \sigma \end{cases}$$

Block matching 3D (BM3D)*

- Фиксируем размер блока
- Для каждого блока ищем похожие и собираем их в группу блоков
- К группе блоков применяем 3D преобразование(DCT2D, 1D Haar)
- Спектр = Объединение всех коэффициентов



*[1] – Статья + реализация на Matlab'e

Эксперименты. Single-frame

исходная



LR



наш
алгоритм



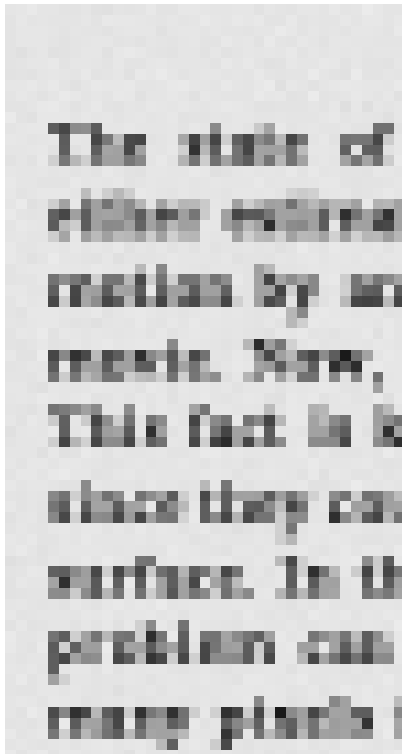
Синтетический эксперимент

одно из
9-ти LR

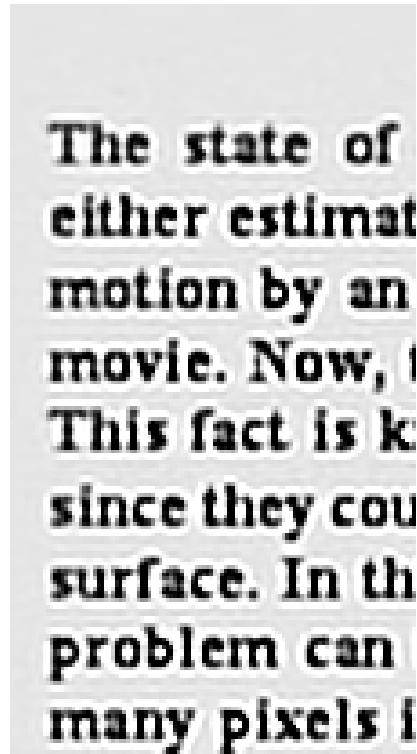
state-of-art
алгоритм*

Наш
алгоритм

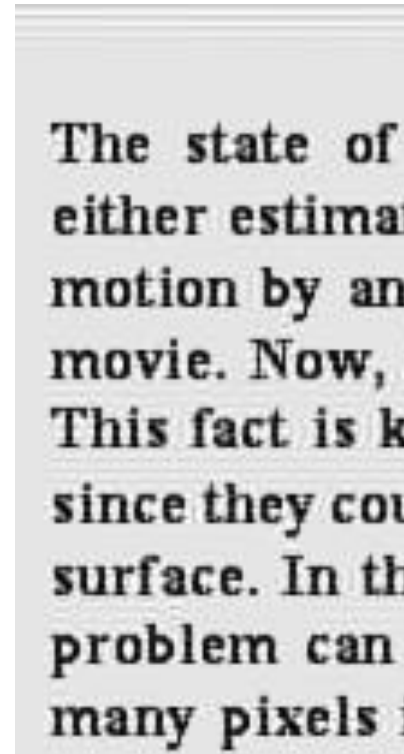
Исходное



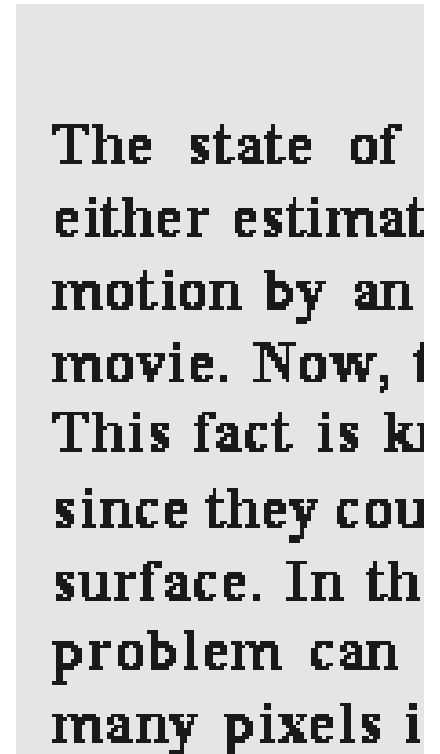
The state of
either estimat
motion by an
movie. Now,
This fact is k
since they cou
surface. In th
problem can
many pixels i



The state of
either estimat
motion by an
movie. Now,
This fact is k
since they cou
surface. In th
problem can
many pixels i



The state of
either estimat
motion by an
movie. Now,
This fact is k
since they cou
surface. In th
problem can
many pixels i



The state of
either estimat
motion by an
movie. Now,
This fact is k
since they cou
surface. In th
problem can
many pixels i

* [2] – Заметим, что этот алгоритм в отличии от нашего не зависит от motion estimation

Итоги

- Задача SR сформулирована как задача оптимизации
- Реализован алгоритм, решающий данную задачу
- Проведены испытания, показывающие, что на *некоторых* исходных изображениях алгоритм – превосходит существующие state-of-art алгоритмы

Литература

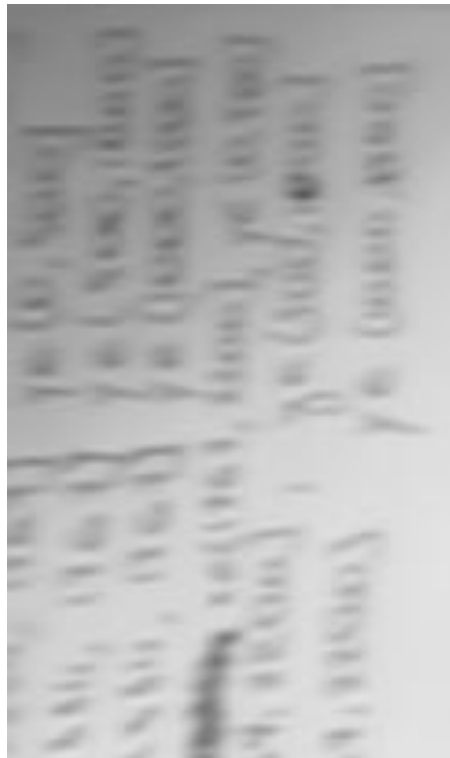
- [1] “BM3D frames and variational image deblurring” Aram Danielyan, Vladimir Katkovnik, and Karen Egiazarian, Senior Member, IEEE
 - <http://www.cs.tut.fi/~foi/GCF-BM3D/>
- [2] “Generalizing the Non-Local-Means to Super-Resolution Reconstruction”, Protter, M., M. Elad, H. Takeda, and P. Milanfar, to appear in IEEE Trans. Image Process., 2008

Эксперимент

одно из
12-ти LR



Наш
алгоритм



BM3D-
based

