

Отчётное домашнее задание №9

Задание 1

Провести моделирование искажения реального изображения эффектом смещения и аддитивным (незначительным, малозаметным) гауссовым шумом.

Восстановить изображение, используя:

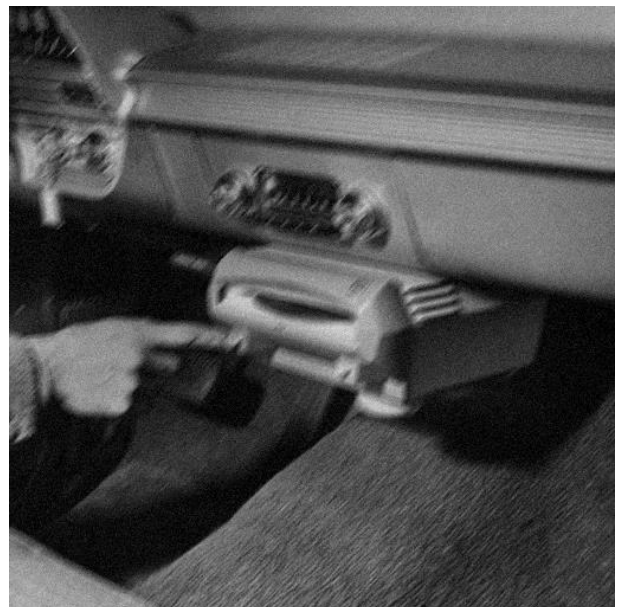
- а) инверсную фильтрацию (проверить ее и на незашумленном изображении);
- б) винеровскую фильтрацию с использованием фиксированного отношения шум/сигнал (задается для энергии);
- в) винеровскую фильтрацию с использованием отношения шум/сигнал на основе оценки энергетического спектра оригинального изображения;
- г) фильтрацию на основе регуляризации по Тихонову.

При моделировании все необходимые параметры алгоритмов подбирать самостоятельно, добиваясь оптимальности и наглядности получаемых результатов.

Моделирование искажения (сдвиг $H = \text{fspecial}(\text{"motion"}, 10, 45)$, параметры шума: $m = 0, D = 0.001$):



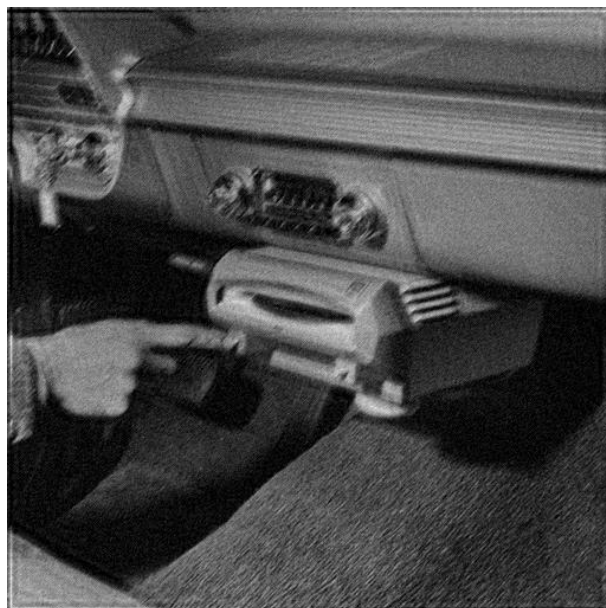
Исходное изображение



Искажённое изображение



Инверсная фильтрация



Винеровская фильтрация (NSR)



Винеровская фильтрация (NCORR/ICORR)



Фильтрация на основе регуляризации по Тихонову

Значения метрик (до/после фильтрации) представлены в таблице:

	<i>SNR</i>	<i>SSIM</i>
<i>Инверсная фильтрация</i>	11.2127/7.3728	0.37233/0.17089
<i>Винеровская фильтрация (NSR)</i>	11.2127/11.9212	0.37233/0.45664
<i>Винеровская фильтрация (NCORR/ICORR)</i>	11.2127/11.752	0.37233/0.4564
<i>Фильтрация на основе регуляризации по Тихонову</i>	11.2127/12.165	0.37233/0.49457

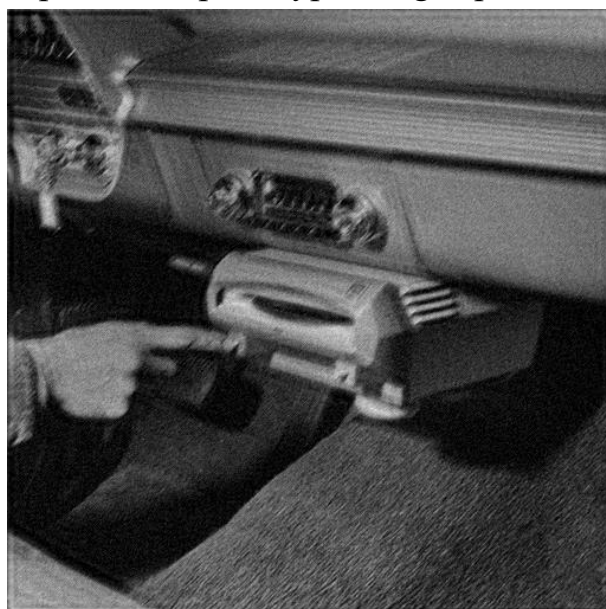
По полученным изображениям, а также по значениям метрик можно видеть, что инверсная фильтрация демонстрирует самый плохой результат (значения метрик после фильтрации уменьшаются), а фильтрация на основе регуляризации по Тихонову позволяет получить визуально наиболее качественное изображение (по сравнению с другими рассматриваемыми методами), а также демонстрирует наибольший рост метрик. В результате фильтрации на краях всех изображений проявляется эффект Гиббса.

Задание 2

Повторить пункт 1 с теми же установленными параметрами, предварительно сгладив изображение на границах процедурой edgetaper.



Инверсная фильтрация



Винеровская фильтрация (NSR)



Винеровская фильтрация (NCORR/ICORR)



Фильтрация на основе рег. по Тихонову

Значения метрик (до/после фильтрации) представлены в таблице:

	<i>SNR</i>	<i>SSIM</i>
<i>Инверсная фильтрация</i>	11.2127/7.5148	0.37233/0.18
<i>Винеровская фильтрация (NSR)</i>	11.2127/12.1236	0.37233/0.46209
<i>Винеровская фильтрация (NCORR/ICORR)</i>	11.2127/11.8021	0.37233/0.46257
<i>Фильтрация на основе регуляризации по Тихонову</i>	11.2127/12.4252	0.37233/0.53627

Использование процедуры `edgetaper` перед фильтрацией позволило ослабить эффект Гиббса и привело к увеличению значений метрик после фильтрации (по сравнению с результатами предыдущего задания).

Задание 3

С разными значениями NIT выполнить для своего изображения код:

```
I = imread('myimage.png');
H = fspecial('motion',my1,my2); %смаз брать тот же, что и в п.1
J = imfilter(I,H,'replicate');
PSF = fspecial('gaussian',60,10);
J = edgetaper(J,PSF);
G = deconvlucy(J,H,NIT);
imshow(I); figure; imshow(J); figure; imshow(G);
```

Определить, для какого значения NIT визуально получился наилучший результат.

Найдём оптимальное значение перебором, построив график зависимости $SSIM(NIT)$.

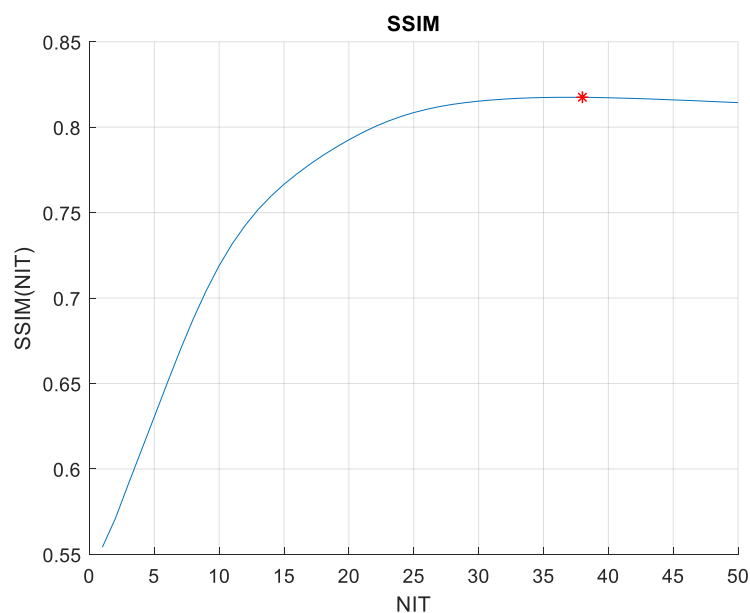


График $SSIM(NIT)$, ($NIT_{opt} = 38$)



Изображение со смазом (с применением процедуры *edgetaper*)



Фильтрация методом Люси-Ричардсона при $NIT = NIT_{opt} = 38$

Значения метрик (до/после фильтрации): SNR (11.6764/15.9144), SSIM (0.55396/0.81753).

Задание 4

Повторить пункт 3, удалив из кода строку $J = \text{edgetaper}(J, \text{PSF})$;

Найдём оптимальное значение NIT перебором, построив график зависимости $\text{SSIM}(\text{NIT})$.

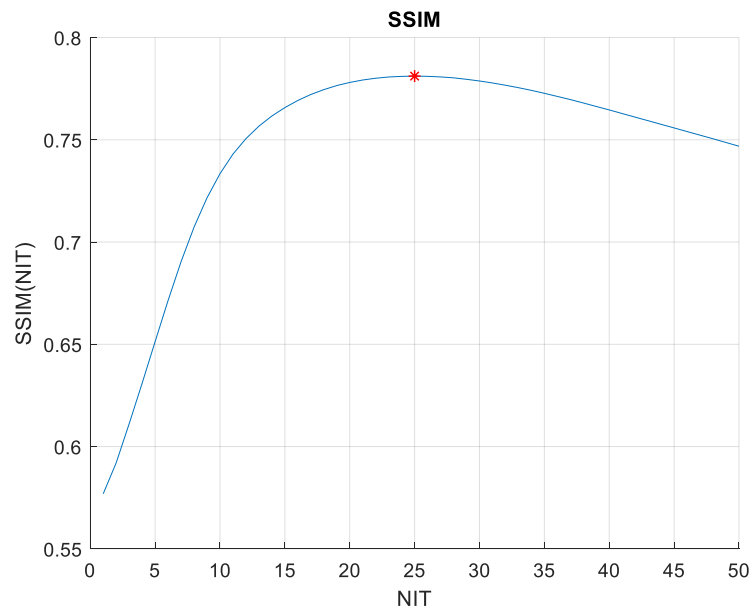


График $\text{SSIM}(\text{NIT})$, ($\text{NIT}_{\text{opt}} = 25$)



Изображение со смазом



Фильтрация методом Льюиса-Ричардсона
при $\text{NIT} = \text{NIT}_{\text{opt}} = 25$

Значения метрик (до/после фильтрации): SNR (11.6764/9.1453),
SSIM (0.55396/0.78113).

При удалении строки с процедурой edgetaper на краях изображения начинает заметно проявляться эффект Гиббса, а значения метрик после

фильтрации уменьшаются (по сравнению с результатами предыдущего задания, а в случае метрики SNR – значение после обработки меньше значения до обработки).

Задание 5

Добавить в искаженное изображение небольшой (но заметный на глаз) гауссов шум с нулевым средним, дополнив код из п.3 вызовом (после `imfilter`) процедуры `imnoise` с требуемыми параметрами. Подобрать параметры вызова `deconvlucy`, которые дадут визуально наилучшее качество восстановления изображения (добавив, помимо NIT, параметр DAMPAR).

Добавим к изображению гауссов шум с нулевым средним и дисперсией равной 0.001:



Исходное изображение



Искажённое изображение

Найдём оптимальные значения параметров перебором, построив графики зависимости $SNR(NIT, DAMPAR)$ и $SSIM(NIT, DAMPAR)$.

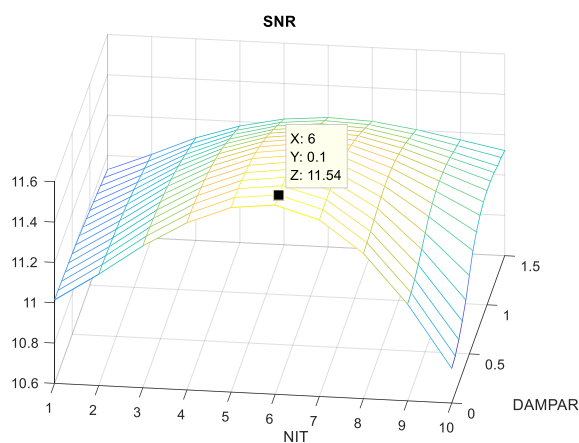


График $SNR(NIT, DAMPAR)$,
 $(NIT_{opt_SNR} = 6, DAMPAR_{opt_SNR} = 0.1)$

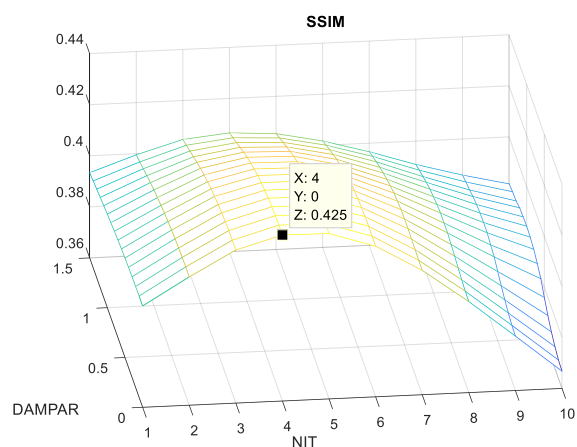
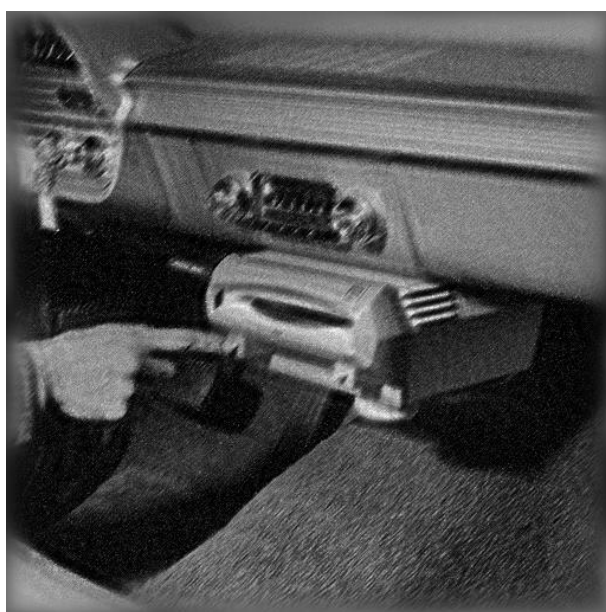


График $SSIM(NIT, DAMPAR)$,
 $(NIT_{opt_SSIM} = 4, DAMPAR_{opt_SSIM} = 0)$



Фильтрация методом Люси-Ричардсона
 при $NIT = NIT_{opt_SNR}$,
 $DAMPAR = DAMPAR_{opt_SNR}$

$SNR(11.2127/11.5396)$
 $SSIM(0.37233/0.41902)$



Фильтрация методом Люси-Ричардсона
 при $NIT = NIT_{opt_SSIM}$,
 $DAMPAR = DAMPAR_{opt_SSIM}$

$SNR(11.2127/11.4291)$
 $SSIM(0.37233/0.42502)$

Несмотря на то, что при значениях параметров $NIT = NIT_{opt_SSIM}$ и $DAMPAR = DAMPAR_{opt_SSIM}$, достигается максимум метрики $SSIM$, визуально более чёткое изображение получается при $NIT = NIT_{opt_SNR}$ и $DAMPAR = DAMPAR_{opt_SNR}$.

Задание 6

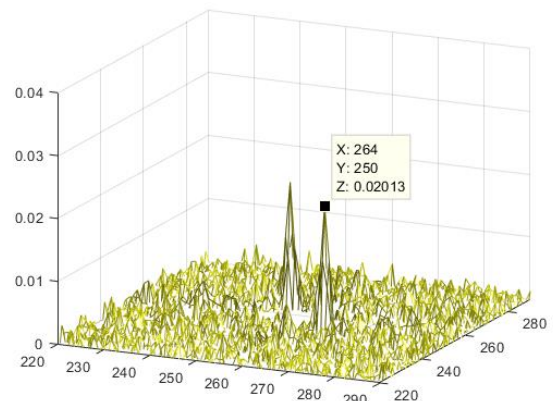
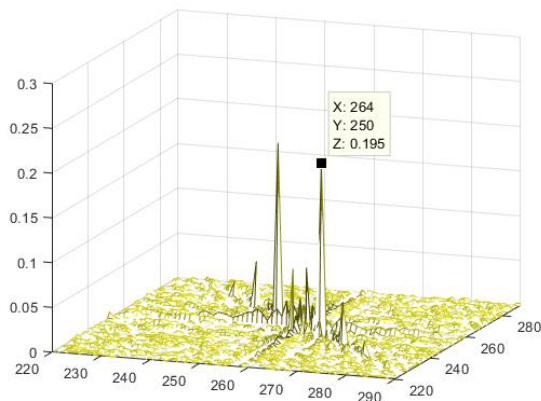
Bonus: оценить оператор смаза кепстральным методом на зашумленном и не зашумлённом изображениях.



Искажённое изображение (без шума)



Искажённое изображение (с гауссовым шумом: $t = 0$, $\sigma^2 = 0.001$)



Смаз был смоделирован с помощью команды `fspecial("motion", 10, 45)`.

По координатам пиков определим координаты вектора смещения $\vec{S}(S_x, S_y)$: $S_x = 264 - (512/2 + 1) = 7$, $S_y = 250 - (512/2 + 1) = -7$. Так как мы знаем, что вектор \vec{S} перпендикулярен направлению смаза, то вектор сонаправленный с направлением смаза имеет координаты $(7, 7)$, и т. к. $\text{atan}(7/7) = \pi/4$, то смаз имеет направление $\pi/4$. Длину сдвига можно оценить как $\sqrt{2 \cdot 7^2} = 7 \cdot \sqrt{2} \approx 9,899 \approx 10$.

Можно видеть, что при добавлении к изображению нормального белого шума становится труднее выделять пики, соответствующие смазу.

Выводы

В данной работе были рассмотрены методы восстановления искажённых изображений. Установлено, что использование обычной инверсной фильтрации малоэффективно для решения этой задачи при наличии аддитивных шумов. Наиболее эффективно с устранением смаза справляются итерационные фильтры. Следует отметить, что перед фильтрацией бывает полезно размыть края обрабатываемых изображений, чтобы снизить влияние эффекта Гиббса, который вызывает заметный “звон” на границах изображений.

Также на практике было установлено, как с помощью анализа кепстра изображения можно оценить оператор смаза.