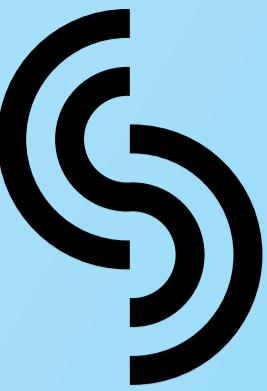


ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ НЕЛИНЕЙНЫМИ ФИЛЬТРАМИ, ПОЛУЧЕННЫМИ ИДЕНТИФИКАЦИЕЙ ЛИНЕЙНОЙ ПО ПАРАМЕТРАМ МОДЕЛИ

Елкин Денис Алексеевич, Фурсов Владимир Алексеевич



САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
SAMARA UNIVERSITY

АННОТАЦИЯ

Рассматривается технология восстановления изображений, подвергшихся искажениям типа дефокусировки или смаза с использованием нелинейных фильтров, полученных путем идентификации линейной по параметрам модели. Задача идентификации решается в классе моделей, задаваемых в виде степенного ряда. Приводятся примеры реализации, иллюстрирующие возможность достижения более высокого качества, по сравнению с линейными фильтрами.

ОПИСАНИЕ ФИЛЬТРА

На искаженном изображении определим опорную область (маску) D с дискретными отсчетами $x(n_1, n_2) \in D, n_1 = \overline{1, N_1}, n_2 = \overline{1, N_2}$. С использованием информации о степени влияния всех отсчетов из области D мы хотим построить нелинейный фильтр для формирования, соответствующего ему «неискаженного» отсчета $y(k_1, k_2)$. Нелинейный фильтр будем строить в виде ряда Вольтерра в дискретном варианте, обычно называемого полиномом Колмогорова-Габора:

$$y(k_1, k_2) = c_0 + \sum_{n_1, n_2=1}^{N_1, N_2} c_{n_1, n_2} x(n_1, n_2) + \sum_{n_1, n_2=1}^{N_1, N_2} \sum_{m_1, m_2=1}^{N_1, N_2} c_{n_1, n_2; m_1, m_2} x(n_1, n_2)x(m_1, m_2) + \dots$$

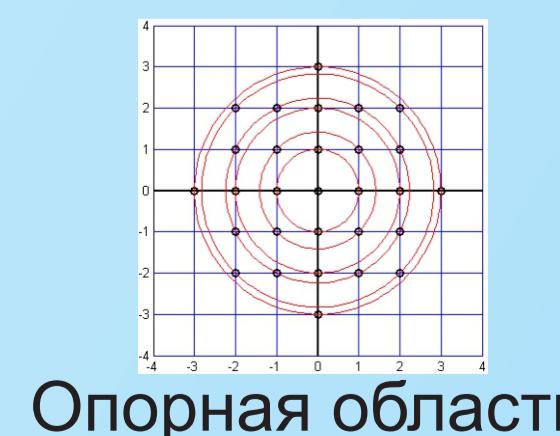
где $c_0, c_{n_1, n_2}, c_{n_1, n_2; m_1, m_2}, \dots$ - коэффициенты полинома.

В большинстве случаев искажения типа дефокусировки в некоторой локальной пространственной области обладают радиальной симметрией. Этот эффект используется для существенного снижения размерности модели. В частности, сгруппировать значения отсчетов $x_i(n_1, n_2)$ при одинаковых коэффициентах полинома, находящихся (в силу симметрии) на одинаковых расстояниях r от центральной точки опорной области $D(n_1, n_2)$:

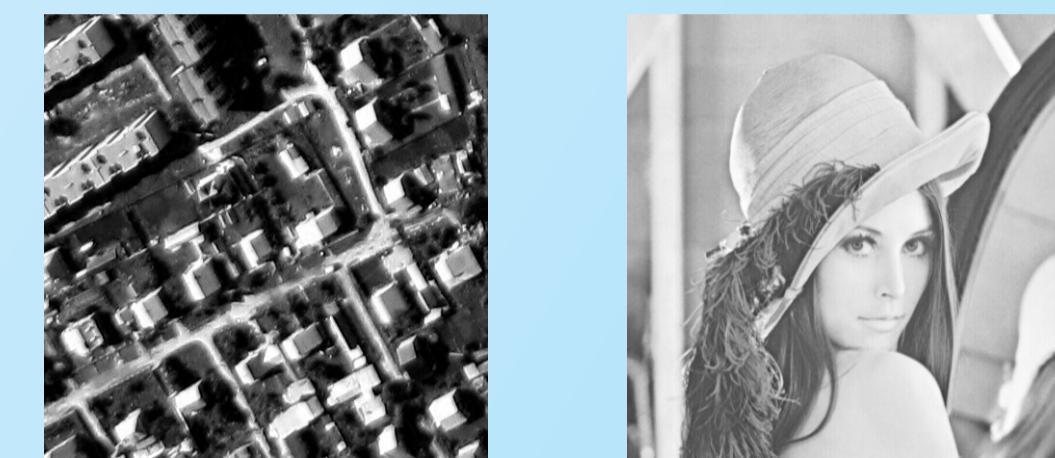
$$x(r) = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m x_i(n_1, n_2, r)$$

В данном случае модель можно представить в виде:

$$y(k_1, k_2) = c_0 + \sum_{i=1}^R c_i x(r_i) + \sum_{i=1}^R \sum_{j=1}^R c_{i,j} x(r_i)x(r_j) + \dots$$



Опорная область



Исходные изображения



Размытые $\sigma=3$



Восстановленные



Размытые $\sigma=5$



Восстановленные

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ КАЧЕСТВА ОБРАБОТКИ РАЗЛИЧНЫМИ ФИЛЬТРАМИ

1	$y(k_1, k_2) = c_0 + \sum_{i=1}^6 c_{1,i} x(r_i) + \sum_{i=1}^6 c_{2,i} x^2(r_i) + \sum_{i=1}^6 c_{3,i} x^3(r_i)$
2	$y(k_1, k_2) = c_0 + \sum_{i=1}^6 c_{1,i} x(r_i) + \sum_{i=1}^6 c_{2,i} x^2(r_i)$
3	$y(k_1, k_2) = c_0 + \sum_{i=1}^6 c_i x(r_i) + \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^6 c_{i,j} x(r_i)x(r_j)$

σ	Фильтр	СКО «Лена»	СКО «Город»
3	1	8.825678	15.168253
	2	8.803245	15.175429
	3	8.980741	15.446596
	OpenCV	9.823792	19.374125
5	1	12.006803	23.632712
	2	11.998616	23.745096
	3	12.721995	23.784944
	OpenCV	13.216615	23.800304

ВЫВОДЫ

Показано что использование линейной по параметрам модели нелинейного фильтра позволяет получить более высокое качество восстановления. Использование моделей различной размерности показывает также, что возможно получение хорошего качества при существенных упрощениях.

КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

- Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королёва,
Московское шоссе, 34, Самара, 443086, Россия, <http://www.ssau.ru>;
- Email - den.alekseevich@gmail.com.