

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕГРИРУЮЩИХ И ДИФФЕРЕНЦИРУЮЩИХ ФИЛЬТРОВ В ЗАДАЧАХ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Макаркин Павел Андреевич

магистрант

Рязанский государственный радиотехнический университет, Рязань

Аннотация. В данной статье поднимается ряд проблемных вопросов, связанных с повышением качества и получение определенных свойств изображений на этапе предварительной фильтрации. Под качествами работы дифференцирующих фильтров понимается выделение контура исследуемого объекта. Как отмечалась выше, основной проблемой является повышение быстродействия при малых вычислительных затратах на этапе предварительной фильтрации.

Ключевые слова: фильтрация изображений, интегрирующие и дифференцирующие фильтры, предварительная фильтрация.

USE OF THE INTEGRATING AND DIFFERENTIATING FILTERS IN PROBLEMS OF PROCESSING OF IMAGES

Makarkin Pavel Andreevich

undergraduate

Ryazan state radio engineering university, Ryazan

Abstract. In this article a number of the problematic issues connected with improvement of quality and obtaining certain properties of images at a stage of preliminary filtration is brought up. Qualities of operation of the differentiating filters are understood as allocation of a contour of the studied object. As it was noted above, the main problem is increase in speed at small computing expenses at a stage of preliminary filtration.

Keywords: filtration of images, the integrating and differentiating filters, preliminary filtration.

Введение. Во многих системах машинного (компьютерного) зрения, анализируя алгоритмы обработки (фильтрации) поступающей информации (изображений), используются дифференцирующие и интегрирующие фильтры. Наиболее простым примером применения интеграторов в цифровой обработке изображений (ЦОИ), является реализация межкадрового усреднения. Операции дифференцирования используются для выделения контуров с последующей обработкой [1-3].

Постановка задачи. В данной работе рассматриваются различные маски (окна) дифференцирующих и порядки интегрирующих фильтров обработки изображений оптических систем мониторинга воздушного пространства. Целью работы является получение качественных характеристик данных фильтров и оценок средней яркости, дисперсии вычислительных затрат.

Технической задачей, решаемой при ЦОИ, является ввод оптического изображения в память ЭВМ, которая осуществляется с помощью оптико-электронных преобразователей (ОЭП). Поскольку изображение является функцией двух пространственных переменных, а электрический сигнал одной, используется развертка. В настоящее время ОЭП представляют собой матричные фотоприемные устройства (МФПУ). В зависимости от производителя возможен строчный или через строчный способ считывания электрического сигнала [5].

Во многих оптических системах процесс обработки изображений разбит на предварительную и основную [5]. Предварительная обработка строится на простых пространственно-временных фильтрах. Применение межкадровых интегрирующих фильтров позволяет повысить качество изображений и удалить шумы.

Если представить полученное изображение в виде матрицы изображенной на рисунке 1 размера $M \times N$, где M – количество столбцов, N – количество строк, то можно определить частоту дискретизации

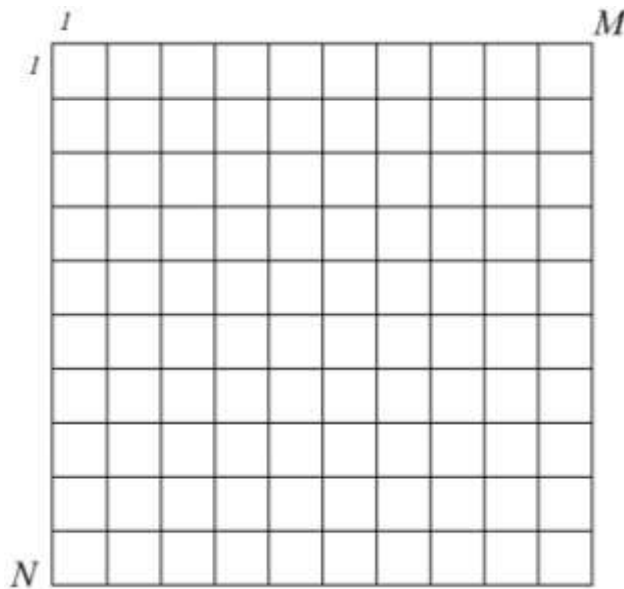


Рис. 1 Матрица размера $M \times N$

Предположим, что мы считываем сигналы с МФПУ, имеющее квадратную форму 128×128 пикселей и частоту кадровую $F_K = 1$ кГц, тогда верхняя частота равна дискретизационной и определяется выражением 1:

$$F_d = NMF_K = 128 \times 128 \times 10^3 = 16,384 \text{ МГц} , \quad (1)$$

Математическое выражение, описывающее данный фильтр, представлено формулой 2:

$$Y_{i,j} = \frac{1}{K} \sum_{N,M} X_{i,j_k} , \quad (2)$$

где K – порядок интегрирующего фильтра (число кадров усреднения).

Из выражения 2 можно определить частотные свойства интегратора, используя обратное Z-преобразование [2]. Представим нормированную амплитудно-частотную характеристику фильтров разного порядка рисунок 2.

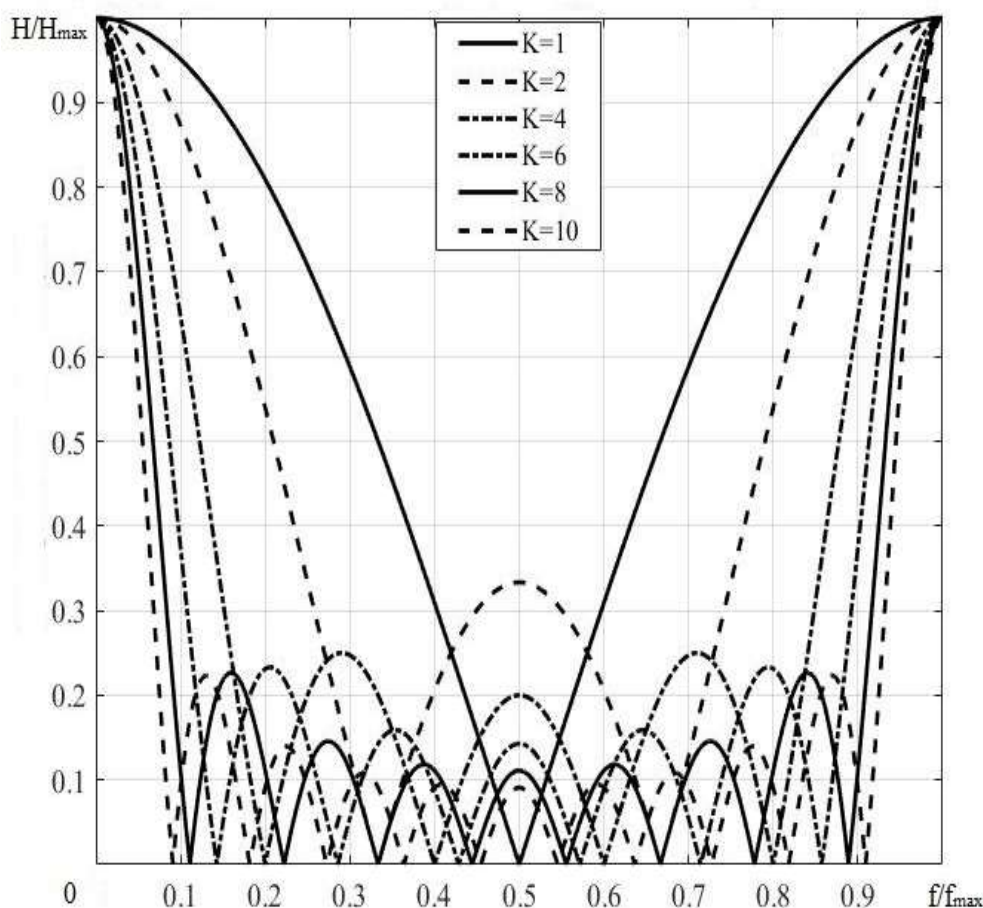


Рис. 2. АЧХ интегрирующих фильтров

Для оценки качества межкадрового интегрирующего фильтра можно воспользоваться следующими критериями качества [2]:

- среднеквадратический;
- максимальной ошибки.

В среднеквадратичном критерии изображения $f(m,n)$ и $g(m,n)$ описываются моделями однородных случайных полей. Мерой качества служит среднее значение квадрата их разности (выражение 3):

$$\varepsilon_{KB}^2 = (f - g)^2, \quad (3).$$

Данная величина будет постоянной, поэтому аргументы можно не указывать.

Для стационарной модели можно считать условие эргодичности выполненным, при котором усреднение по ансамблю может быть заменено на усреднение по одной реализации (4):

$$\varepsilon_{KB}^2 \approx \frac{1}{M \times N} \sum_M \sum_N [f(m,n) - g(m,n)]^2, \quad (4).$$

Выражение, описывающие критерий максимальной ошибки, записывается в виде (5):

$$\varepsilon_{MAX} = \max_{m,n} [f(m,n) - g(m,n)], \quad (5)$$

Данный критерий используется, когда необходима высокая точность. Применение данного метода неоправданно из-за сложной теоретической оценки.

Помимо интегрирующих фильтров в ЦОИ используют дифференцирующие фильтры, как правило, применяющиеся в сложных алгоритмах окончательной обработки систем машинного зрения и других [1-4].

Дифференцирующие фильтры бывают разных видов. Мы будем рассматривать те, которые позволяют полностью исключить постоянную составляющую. Их применение описано в [3; 4] для выделения контуров. Представим маски этих фильтров выражением 6:

$$H_1 = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}, H_2 = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}, H_3 = \begin{bmatrix} 1 & -2 & 1 \\ -2 & 4 & -2 \\ 1 & -2 & 1 \end{bmatrix}, \quad (6)$$

Критерии качества для данных фильтров - это среднее значение и дисперсия [1; 2].

Экспериментальная часть.

Возьмем изображение и обрежем его до размера 96×96 пикселей. Как видно из рисунка 3, на нем представлен самолет и фон. Получим качественные характеристики интегрирующего фильтра и построим зависимости среднего значения, среднеквадратичной и максимальной ошибки от порядка фильтра и количества математических операций.



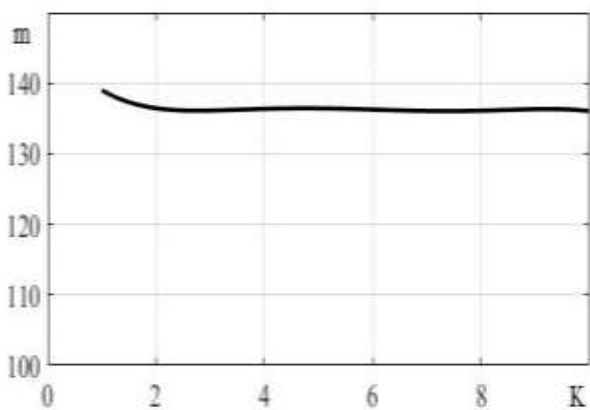
Рис. 3. Изображение перед фильтрацией

Полученные результаты выведем в таблице 1.

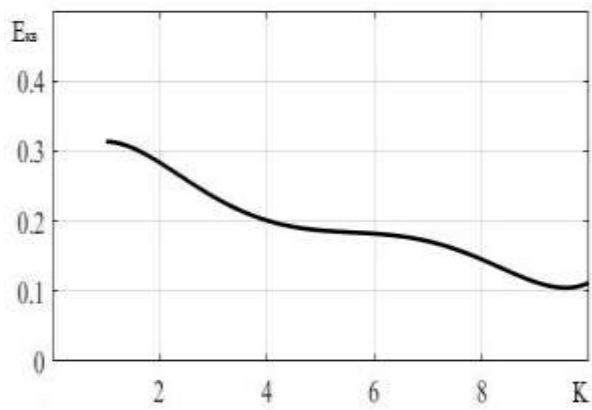
Таблица 1

K	1	2	4	6	8	10
Среднее значение яркости $m(K)$	139,0215	136,4569	136,3625	136,2633	136,1125	136,0348
Среднеквадратичная ошибка $\varepsilon_{KB}^2(K)$	0,3135	0,2835	0,2009	0,1821	0,1454	0,1123
Максимальная ошибка $\varepsilon_{MAX}(K)$	0,5199	0,4924	0,4182	0,4067	0,3513	0,3151
Вычислительные затраты $N(K)$	18432	27648	36864	55296	73728	92160

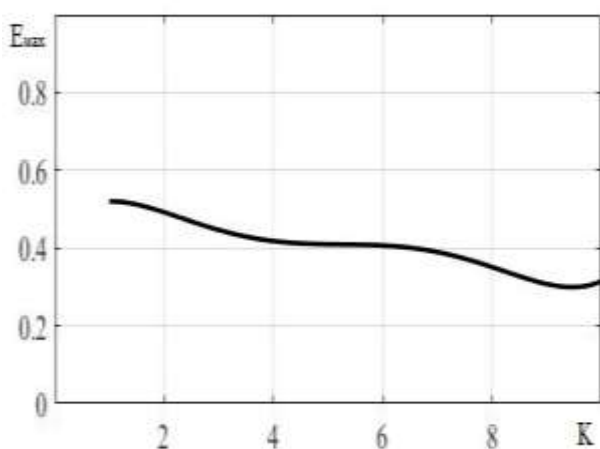
Построим графики для полученных значений (рисунок 4): а) – значение средней яркости, б) – среднеквадратической ошибки, в) – максимальной ошибки, г) – количество вычислительных затрат от порядка.



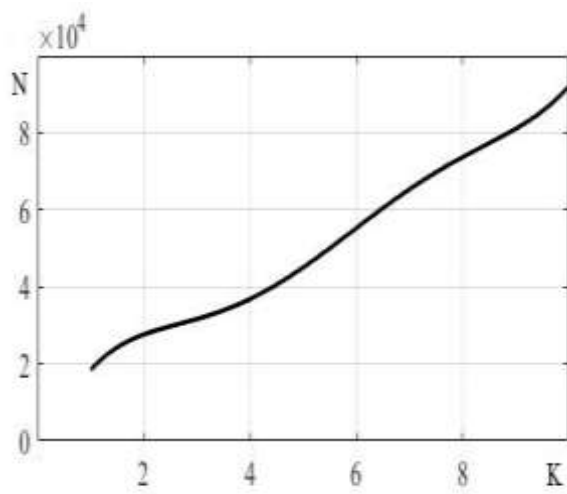
а



б



в



г

Рис. 4. Показатели интегрирующих фильтров

Для дифференцирующих фильтров оценкой качества будет среднее значение яркости для различных масок из выражения 6 представлены в таблице 2.

Таблица 2

	1	2	3
Среднее значение яркости m	1,528	-5,3482	-7,2426

Выводы. В результате проведенного эксперимента среди интегрирующих фильтров наиболее оптимальными по вычислительным затратам являются фильтры по основанию два. Это связано с представле-

нием чисел в разрядной сетке ЭВМ, при простейших математических операциях.

Среди дифференцирующих фильтров оптимальным по критерию минимума среднего значения яркости оказался фильтр с первой маской выражения 6. По вычислительным затратам они однотипны. Выбор данных фильтров должен определяться решаемой задачей.

Список использованных источников

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. М., 2005. 1072 с.
2. Гашников М.В., Глумов Н.И., Ильясова Н.Ю., Мясников В.В., Попов С.Б., Сергеев В.В., Сойфер В.А., Храмов А.Г., Чернов А.В., Чернов В.М., Чичева М.А., Фурсов В.А. Методы компьютерной обработки изображений. М., 2003. 784 с.
3. Яне Б. Цифровая обработка изображений. М., 2007. 584 с.
4. Алпатов Б.А., Бабаян П.В., Балашов О.Е., Степашкин А.И. Методы автоматического обнаружения и сопровождения объектов. Обработка изображений и управление. М., 2008. 174 с.
5. Макаркин П.А. Сравнительный анализ пространственных фильтров для обработки изображений оптических систем фоноцелевой обстановки // Методы и устройства обработки сигналов в радиотехнических системах. 2017. С. 18-27.