

ся внутри корпуса. Пластины образуют плоские конденсаторы, их емкости определяются расстояниями между пластинами. Под действием силы ускорения подвижные пластины перемещаются, и величина емкости конденсаторов соответственно изменяется. Конденсаторы являются часть резонансного контура генератора.

В основу работы акселерометра положено измерение перемещения инерционной массы относительно корпуса акселерометра, а затем его преобразование в соответствующий электрический сигнал. Управляющие электрические сигналы воздействуют на подвешенный груз, и он совершает колебания.

В состав устройства входят усилитель зарядов для усиления зарядов конденсаторов, мультиплексор и демультимплексор, восстанавливающие фильтры, сигнал с которых поступает на массив регистров и в цифровой интерфейс. Устройство содержит также схему тестирования, цепи подстройки, тактовый генератор и генератор прерывания с управляющей логикой, источник опорного напряжения.

### Литература

1. MEMS датчики движения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://russianelectronics.ru/mems-datchiki-dvzheniya-ot-stmicroelectronics-akselometry-i-giroskopy/>. – Дата доступа: 05.01.2024.

УДК 004.932

## МЕТОД КОРРЕКЦИИ СМАЗА ИЗОБРАЖЕНИЙ ОСНОВАННЫЙ НА ВИНЕРОВСКОЙ ФИЛЬТРАЦИИ

Мл. научный сотрудник ЛИДПИ, СОиН Бехлер И. А.

Д-р техн. наук, профессор Матвеев В. В.

ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», Тула, Россия

Качество изображений, полученных с камер, установленных на летательные аппараты (ЛА), зависит от внутренних параметров камеры и внешних условий. Наибольшее влияние на качество оказывают смазы, образующиеся при быстром движении или вращении ЛА во время экспозиции изображения. Для решения этой проблемы был разработан следующий метод.

Винеровская фильтрация, описанная в источнике [1], предполагает знания ядра искажения  $h(x, y)$ , которое можно синтезировать на основании траектории смаза. Предположим, что угловое движение тангажа и крена совершается на углы  $\vartheta$  и  $\gamma$  относительно оси  $x$  и  $y$  изображения камеры, тогда величины сдвига пикселей  $L_x$  и  $L_y$  определяются как

$$\begin{cases} L_x = \frac{f'}{a_x} \operatorname{tg} \vartheta, & \text{при } \vartheta < \frac{\omega}{2}, \\ L_y = \frac{f'}{a_y} \operatorname{tg} \gamma, & \text{при } \gamma < \frac{\omega}{2}. \end{cases} \quad (1)$$

где  $f'$  – фокусное расстояние, м;  $a$  – размер пикселя, м;  $\omega$  – угловое поле зрения камеры, град.

Также винеровская фильтрация основывается на статистических свойствах шума. В качестве шума использован гауссов шум, параметры которого выявлены экспериментально. На рис. 1 приведены гистограммы распределения шума при отсутствии освещенности камеры.

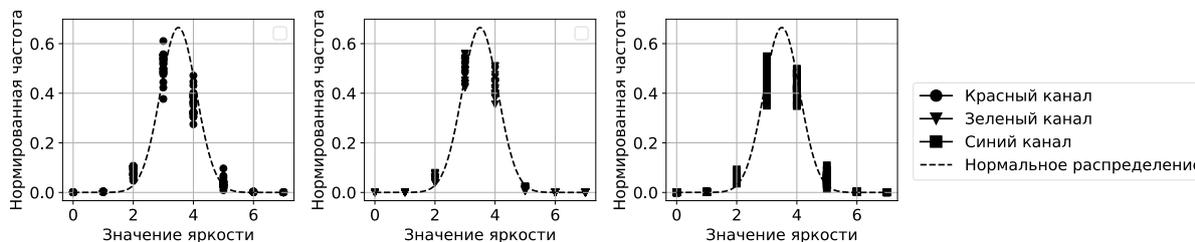


Рис. 1. Экспериментально полученные значения шума для цветного изображения

Моделирование смаза и последующая коррекция показали адекватную работу метода (рис. 2).

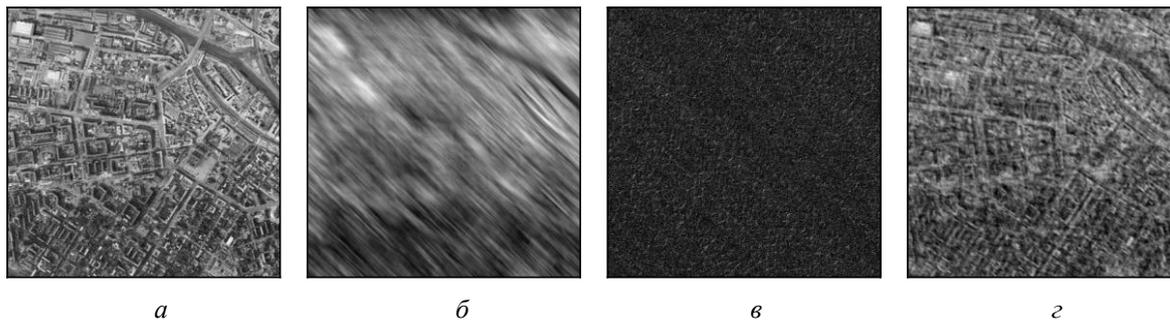


Рис. 2. Моделирование: *a* – исходное изображение; *б* – искаженное изображение ( $L = 50$ ,  $N(\mu = 3,5 \sigma = 0,65)$ ); *в* – инверсная фильтрация; *г* – винеровская фильтрация

Разработанный метод корректирует смазанные изображения при известных углах тангажа и крена и внутренних параметрах камеры.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания FEWG-2022-0002.

#### Литература

1. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – Издание 3-е. – Москва: Техносфера, 2012. – 1104 с.

УДК 681

### АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К ХАРАКТЕРИСТИКАМ СВЕТОДИОДНЫХ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Студенты гр. 11312123 Борбат М. С., гр. 11301122 Мелюх Н. С.

Кандидат техн. наук, доцент Пантелеев К. В., д-р техн. наук, профессор Жарин А. Л.  
Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Светодиодные осветительные приборы (СОП) – это широко применяющаяся и развивающаяся технология, основанная на полупроводниковых светодиодах. В настоящее время светодиодное освещение является одним из наиболее исследуемым направлением технологий освещения [1]. Несмотря на высокую степень эксплуатации СОП, они, как и многие другие приборы, обладают критериями различного характера, что по-разному отражается в сферах их применения. В работе, на основе литературных данных, выполнен сравнительный анализ характеристик, работоспособности и эффективности практического применения осветительных приборов на светодиодах относительно иных осветительных устройств в различных сферах их применения.

Светодиоды бывают различных типов: DIP (Direct In-line Package), LED (OLED, PLED SLED), SMD (surface mounted device), COB (Chip-On-Board) и др., в зависимости от их конструкции, мощности и сферы применения.

Основными требованиями к системам освещения на светодиодах являются:

- номинальная входная мощность;
- номинальный световой поток;
- светоотдача;
- распределение силы света;
- коэффициент светового потока;
- координаты цветности;
- цветопередача;
- допуск цвета;
- номинальная температура окружающей среды для светильников;
- критерии долговечности и др.

Основными стандартами, регламентирующими требования к характеристикам СОП для систем освещения, являются следующие международные стандарты:

- IEC 62722-1:2014. Характеристики светильника. Часть 1. Общие требования.
- IEC 62722-2-1:2014-11. Характеристики светильника Часть 2–1: Особые требования к светодиодным светильникам.