

ДОСЛІДЖЕННЯ ШУМОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК МАТРИЧНИХ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ

Бовенко К.М.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Шейко С.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. МІРЕС,
тел. (057) 702-15-87), e-mail: d_res@nure.ua

The noise characteristics of the CCD and CMOS matrices are experimentally investigated. The study was carried out for two cameras: the Olympus sp-600uz and the Xiaomi Redmi x3 smartphone. Dark frames were made in the most approximate conditions. Histograms of noise are asymmetric. The noise distribution law good agree with Poisson's law. The noise of the matrices is distributed unevenly across the frame. A greater noise falls on the edges of the frame. The revealed regularities can be used in the development of new noise suppression algorithms in photo and video equipment.

Параметри телевізійних систем, в цілому, залежать від кожного вузла тракту передачі сигналу зображення. Однак, як і в кожній радіоелектронній системі, найбільш відповідальною ланкою є початкова – матричний перетворювач світло-сигнал. Від світлочутливої матриці залежать такі параметри відеокамер як рівень шуму, чутливість, динамічний діапазон, роздільна здатність. Знання характеристик сигналів і шумів матриць дозволяє удосконалювати алгоритми обробки зображень з метою їх фільтрації, виявлення і розпізнавання об'єктів.

Існує велика кількість наукових робіт з дослідження характеристик ПЗЗ і КМОП матриць [1-3]. Цікавим є той факт, що в різних роботах різні автори не мають єдиної думки з приводу характеристик матриць: закону розподілу шуму, його спектра, залежності від температури тощо. Нерідко припущення про ті чи інші характеристики автори роблять з міркувань спрощення подальших математичних викладок. У той же час в науковій пресі мало робіт по практичному дослідженню характеристик матричних перетворювачів з чітким і докладним описом умов натурального експерименту.

Метою роботи є дослідження шумових характеристик матричних перетворювачів фотокамер при різних вихідних умовах для виявлення загальних закономірностей, а також особливостей і відмінностей в характеристиках матриць.

Дослідження шумових характеристик проводилося для двох аматорських фотокамер: Olympus sp-600uz і камери смартфона Xiaomi Redmi x3. Вони мають ПЗЗ-сенсор з діагоналлю (1/2)" і КМОП-сенсор з діагоналлю (1/3)" відповідно по 8 Мпікс. Порівняльні випробування проводилися в максимально наближених умовах: чутливість встановлювалася на мінімальне значення ISO100, темнові кадри робилися при закритому об'єктиві в один і

той же час, при однаковій температурі. Щоб уникнути паразитних засвічень зйомка проводилася в темній кімнаті, LCD-екран фотоапарата відключався, яскравість підсвічування у смартфона встановлювалася на мінімум. Режими додаткової обробки зображень були відключені.

Отримано по 50 темнових кадрів для кожної камери при температурі 24°C. Аналіз гістограм розподілу шумів в каналах RGB (рис. 1) показав, що гістограми шумів асиметричні, шуми матриць розподілені не за нормальним законом. Тобто центральна гранична теорема для шуму камер в загальному випадку не виконується, тому що вона передбачає приблизно однаковий внесок всіх шумів в результуючий шум. Шуми в каналах основних кольорів RGB мають різні статистичні характеристики. Така відмінність можна пояснити роботою системи балансу білого.

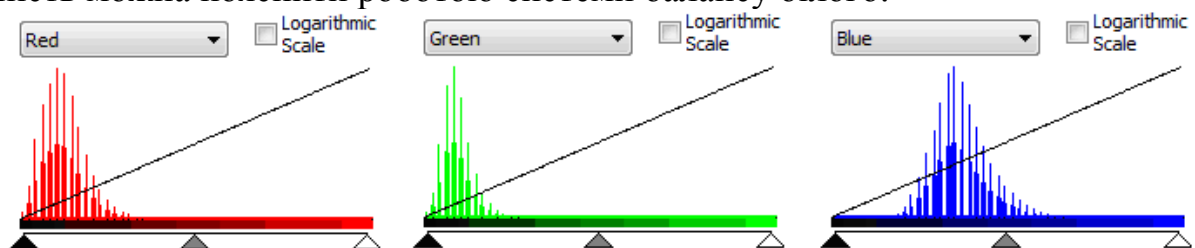


Рис.1. Гістограми розподілу шуму в каналах RGB

Детальне дослідження законів розподілу ймовірності шумів в каналі яскравості показало, що шум камери добре апроксимується законом Пуассона, як без компенсації середнього темного сигналу (в камері Olympus sp-600uz) так і з його компенсацією (в камері Xiaomi Redmi x3). На вибірках обсягом понад 15 кадрів величина довірчої ймовірності неузгодження законів розподілу за критерієм хі-квадрат становить близько 10% і не зменшується зі збільшенням обсягу вибірки. Це говорить про задовільний узгодженні закону розподілу шуму з законом Пуассона.

Аналізуючи самі темнові кадри зі збільшеною контрастністю можна відзначити що шуми матриць розподілені по кадру нерівномірно. Більший шум доводиться на краю кадру, менший – на центр кадру. Напевно, це можна пояснити технологічними особливостями виробництва матриць.

Висновок: виявлені закономірності можуть бути використані при розробці нових алгоритмів подавлення шуму у фото- та відеоапаратурі з врахуванням його статистичних характеристик та просторового розподілу.

Перелік джерел: 1. Якушенков Ю.Г. Теория и расчет оптико-электронных приборов / Ю.Г. Якушенков. – М.: Логос, 2004. – 472 с. 2. Неизвестный С.Н., Никулин О.Ю. Приборы с зарядовой связью. Основные характеристики ПЗС / Специальная техника. 1999. № 5. С. 19-15. 3. Уваров Н. Секреты высокой чувствительности ТВ камер // Алгоритмы безопасности, 2002 г. – №6. – С. 14-18.