

Сравнительный анализ методик оценки мощности шума на цифровом изображении

А.С. Сычев¹, И.С. Холопов¹

¹Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина, Гагарина 59/1, Рязань, Россия, 390005

Аннотация

Приводится сравнение методик оценки мощности шума на цифровом изображении. Выполнено сравнение различных методов оценки для модельного аддитивного шума; показана низкая взаимная корреляция оценок для неаддитивных шумов.

Ключевые слова

Оценка мощности шума, системы технического зрения, дисперсия

1. Введение

В условиях плохой видимости, а также при вибрации носителя мультиспектральной (МС) системы технического зрения (СТЗ) изображения в одном или нескольких каналах могут оказаться малоконтрастными, смазанными, зашумлёнными. Поэтому до вывода на устройство отображения МС СТЗ необходима оценка их качества.

2. Известные методы оценки мощности шума на изображении

Известны различные критерии для безэталонной оценки качества изображений. Например, в [1] оценивается среднеквадратическое отклонение (СКО) шума для учёта его воздействия на субъективную информативность воспринимаемого изображения. Известен ряд подходов к оценке дисперсии шума (ДШ): так, в [2] описаны методики, основанные на оценке медианы разности изображения и результата его медианной фильтрации (MAD), вейвлет-преобразовании и блочных методах (БМ), а в [3] предложено оценивать ДШ путём интерполяции автокорреляционной функции (АКФ): аппроксимация центрального элемента σ_0^2 по ближайшим соседям позволяет оценить ДШ как разность оценок дисперсий: $\sigma_{ш}^2 = \sigma_n^2 - \sigma_0^2$, где σ_n^2 — дисперсия яркости изображения. Примеров функций аппроксимации (ФА) в [3] не приводится. Авторами исследована методика оценки СКО шума для четырёх ФА АКФ: линейной (ЛААКФ), параболической (ПААКФ), дробно-рациональной (ДРААКФ) [4] и гауссовской (ГААКФ). Также выполнено сравнение методик MAD [2], гармонического анализа (ГА) [2], модификации БМ [1] и моды локального СКО (МЛСКО) [5].

3. Результаты оценивания СКО шума и их обсуждение

Целью исследования являлся сравнительный анализ методов оценки СКО шума: как для кадров с аддитивным смоделированным БГШ, так и для изображений непосредственно с МС сенсоров. Для тестового изображения "Лена" с аддитивным БГШ по рассмотренным в разделе 2 методикам были получены зависимости оценок СКО от СКО БГШ. На рисунке 1 (а): 1 — ГА, 2 — БМ, 3 — MAD, 4 — МЛСКО. На рисунке 1 (б) приведены аналогичные зависимости, вычисленные с помощью ФА АКФ: 5 — ГААКФ, 6 — ЛААКФ, 7 — ДРААКФ, 8 — ПААКФ. Размер блоков и масок низкочастотного фильтра при оценке СКО — 15×15 пикселей, АКФ изображений оценивалась для сдвигов ± 2 пикселя по вертикали и горизонтали. Все оценки, кроме МЛСКО, коррелированы с СКО БГШ. Отметим, что при ЛААКФ и малых СКО оценка ДШ является отрицательной, т.е. противоречит физическому смыслу оцениваемой величины.

Если эталонное изображение отсутствует, то эффективность методики оценки СКО реального (а не модельного) шума не может быть измерена по величине её смещения. Поэтому авторами выполнена оценка корреляции значений, получаемых различными методиками. Например, на рисунке 1 (в) приведен график соответствия оценок СКО по методу ГА [2] и MAD [2] для 80 изображений из баз *TNO Image Fusion Dataset* (МС изображения) и *USC-SIFI*.

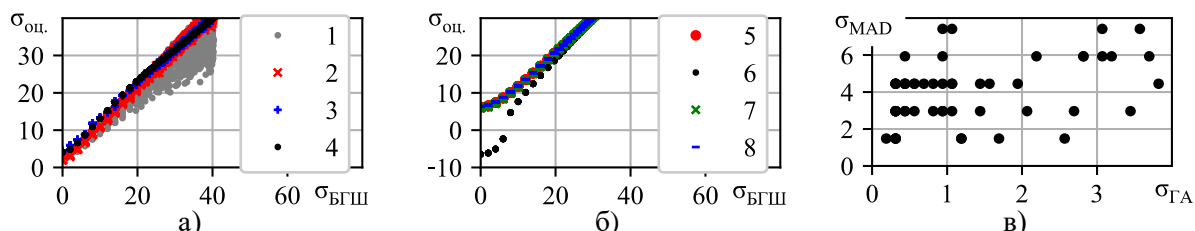


Рисунок 1: Зависимости оценок СКО шума

В таблице 1 приведены значения коэффициента линейной корреляции между получаемыми различными методами оценками СКО шума. Высокая корреляция оценок при ГААКФ и ДРААКФ (выделены курсивом) объясняется различиями только в применяемых ФА.

Таблица 1

Корреляция оценок СКО шума, сформированных по различным методикам

Методика	ГА	БМ	MAD	МЛСКО	ГААКФ	ЛААКФ	ДРААКФ
БМ	0,28	-	-	-	-	-	-
MAD	0,66	0,61	-	-	-	-	-
МЛСКО	0,67	0,55	0,95	-	-	-	-
ГААКФ	0,78	0,33	0,73	0,73	-	-	-
ЛААКФ	0,37	0,40	0,39	0,33	0,37	-	-
ДРААКФ	0,78	0,33	0,72	0,72	<i>1</i>	0,41	-
ПААКФ	0,77	0,32	0,74	0,74	<i>1</i>	0,35	<i>0,99</i>

4. Заключение

Таким образом, выбор методики оценивания ДШ на изображении имеет ограничение, связанное со справедливостью гипотезы об аддитивном БГШ. Если данная гипотеза не учитывается, то полученная оценка с высокой вероятностью оказывается смещённой вне зависимости от выбранной методики (из числа проанализированных).

5. Литература

- [1] Сычев, А.С. Безэталонный интегрально-мультипликативный показатель качества цифровых полутоновых изображений / А.С. Сычев, И.С. Холопов // Цифровая обработка сигналов. – 2018. – № 3. – С. 49-55.
- [2] Лапшенков, Е.М. Неэталонная оценка уровня шума цифрового изображения на основе гармонического анализа // Компьютерная оптика. – 2012. – Т. 36, № 3. – С. 439-447.
- [3] Визильтер, Ю.В. Обработка и анализ изображений в задачах машинного зрения: курс лекций и практических занятий / Ю.В. Визильтер, С.Ю. Желтов, А.В. Бондаренко, М.В. Ососков, А.В. Моржин. – М.: Физматкнига, 2010. – 672 с.
- [4] Еремеев, В.В. Статистическая оценка степени зашумленности космических изображений земной поверхности / В.В. Еремеев, В.А. Зенин, П.А. Князьков // Вестник РГРТУ. – 2008. – № 24. – С. 3-7.
- [5] Сычев, А.С. Комплексирование изображений по методу главных компонент с адаптацией к мощности шума / А.С. Сычев, И.С. Холопов // Вестник РГРТУ. – 2020. – № 71. – С. 3-14.