

Анализ точности цветопередачи изображений после применения шумоподавляющих моделей

А.С. Коваленко
Южный Федеральный Университет
Ростов-на-Дону, Россия
alexey.s.russ@gmail.com

Я. М. Демяненко
Южный Федеральный Университет
Ростов-на-Дону, Россия
demyanam@gmail.com

Аннотация—Подходы для восстановления изображений являются очень распространенными. Чаще всего решаются задачи увеличения разрешения изображения и подавления шума на нём. После применения алгоритма или нейросетевой модели к изображению, результат может содержать измененные цвета, поскольку происходит восстановление потерянной информации. В рамках данной работы оценивается уровень сохранения цветопередачи для результатов современных нейросетевых моделей подавления шума на изображениях.

Ключевые слова— подавление шума, нейронные сети, цветопередача, обработка цифрового изображения.

1. ВВЕДЕНИЕ

Шумоподавление является одной из основных проблем обработки изображений. Когда мы рассматриваем проблему подавления шума на изображениях с помощью нейронных сетей, возникает проблема оценки качества работы модели. Это связано с тем, что достаточно сложно получить с помощью КМОП-сенсора изображение, совсем не содержащее сигнал шума. Как минимум при преобразовании входного аналогового сигнала с матрицы в цифровой, процессором обработки сигналов, будет появляться шум квантования [1], который влияет на свойство цветопередачи. Вследствие чего возникает необходимость дополнительной оценки качества шумоподавления.

Одним из способов оценки уровня точности передачи оттенков цветов объектов реального мира при съемке является использование специальной цветовой шкалы, содержащей области с заранее известными фиксированными оттенками цветов. Например, в работе [2] цветовая шкала из 24 оттенков используется для исследования дифракционных линз. Данные цветовые шкалы также можно применять для анализа точности передачи значения цвета в изображении после его преобразования с помощью шумоподавляющей нейронной сети.

2. ПРЕДЫДУЩИЕ РАБОТЫ

Использование специально изготовленных шкал с фиксированными нанесенными на них цветами уже ранее применялось в исследованиях для анализа цветовых различий на цифровых изображениях [3]. Также авторы данной работы [3] для оценки цветового различия используют цветовое пространство CIE 1976 $L^*a^*b^*$ и метрику CIE 1976. В работе [3] авторы перечисляют недостатки метрики CIE 2000, а именно

ошибки реализации и математические разрывы в формуле. Существуют также и наборы данных, содержащие снимки с цветовыми шкалами. Например, авторы работы [4] используют цветовую шкалу с 24 цветами, снимаемую в разных условиях для формирования набора данных для обучения моделей оценки освещенности снимаемой сцены. Используя подобные наборы данных, становится возможным решать задачи коррекции цветопостоянства. Данная задача решается в следующей работе [5] с использованием нескольких различных наборов данных, что позволяет авторам анализировать изображения с множества различных КМОП-сенсоров.

При анализе изображений, содержащих цветовые шкалы возникает задача нахождения их местоположения на кадре. Данную проблему решают авторы работ [6] и [7]. Для наших экспериментов мы выбрали подход [7], поскольку он демонстрирует более устойчивые результаты детекции ячеек с цветами шкалы на наших тестовых данных. Мы используем модель цветовой шкалы: Dacolor SCK200 SpyderCheckr 24. Для данной цветовой шкалы уже есть измеренные значения каждого цвета. Точное описание и значения цветов представлено в следующем [8] ресурсе. Пример соответствия нумерации ячеек из работы [7] с таблицей из ресурса [8] представлен на иллюстрации Рис. 1.

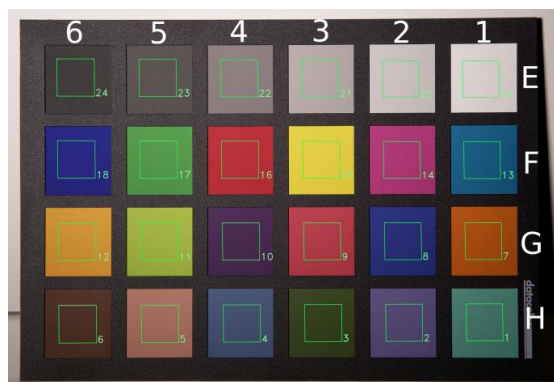


Рис. 1. Иллюстрация Dacolor SCK200 SpyderCheckr 24

3. ОПИСАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА

Для оценки сохранения цветопередачи изображений после применения шумоподавляющих нейронных сетей был собран тестовый набор данных. Для съемки цветовой шкалы мы использовали камеру Sony A7C с полнокадровым сенсором. Для предотвращения потерь качества цветопередачи использовался постоянный источник света Godox SL-100Bi с заявленным производителем индексом цветопередачи 96%. Тестовые

кадры снимались при различных настройках выдержки, интенсивности освещения, значений диафрагмы и настройках светочувствительности сенсора (ISO). Данные по некоторым тестовым кадрам приведены ниже в таблице I. Собранный тестовый набор содержит 9 изображений. Цветовая температура источника была фиксированной и составляла 5600К.

Таблица I. ПАРАМЕТРЫ СЪЕМКИ ТЕСТОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Номер изображения	Используемая мощность осветителя (%)	Выдержка (секунды)	Диафрагма	ISO
1	5	1/80	F5.6	100
2	50	1/1600	F2.8	100
3	5	1/4000	F20	51200
4	2	1/4000	F22	102400

Первые два изображения содержат минимальный уровень шума, поскольку сняты на низких уровнях ISO камеры, а последующие содержат высокий уровень шума, из-за выставления экстремально высоких значений светочувствительности сенсора. Далее ко всем тестовым кадрам применялся алгоритм цветокоррекции [9], чтобы получить более правильные цвета областей цветовой шкалы. После данного шага к скорректированным изображениям применены следующие алгоритмы подавления шума: DANet [10], DANet+ [10], Uformer [11].

4. РЕЗУЛЬТАТЫ

Для каждого результата применения одной из шумоподавляющих сетей была построена метрика CIE 1976 [3] между усредненным значением цвета в ячейке цветовой шкалы на снимке и реальными значениями данного цвета из таблицы [8]. Далее будем обозначать метрику CIE 1976 как Delta E. Среднее значение метрики Delta E для скорректированных изображений 1 и 2 получилось равным 8,6, а после применения алгоритмов шумоподавления, 8,7. Для шумных 3 и 4 результаты соответственно 9,1 и 9,6. Затем для каждой модели подавления шума была построена выборка, состоящая из разностей значений метрики Delta E для скорректированного изображения и этой же метрики для результата применения модели для данного изображения. Для построения данной выборки использовались все 9 изображений из набора. После этого по полученным выборкам были вычислены показатели значения среднего и среднеквадратичного отклонения. Дополнительно были взяты 20 кадров из набора данных Smartphone Image Denoising Dataset (SIDD), содержащие цветовую шкалу. Результаты этих вычислений представлены в таблице II.

Таблица II. ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЗУЛЬТАТОВ

Название модели	Среднее разностей Delta E	Среднеквадратичное отклонение разностей Delta E	Среднее разностей Delta E для набора SIDD20
DANet	0,17	0,18	0,27
DANet+	0,16	0,24	0,17
Uformer	0,31	0,12	0,27

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты, полученные в данном эксперименте, показывают, что после применения нейронных сетей для подавления шума на изображениях, значения цветов в незначительной степени искажаются. При этом цвета на изображениях после применения шумоподавления в пространстве CIE 1976 $L^*a^*b^*$ [3] расположены дальше по метрике Delta E [3], чем цвета из входного изображения. Это получается из того, что разница между значением метрики для входного изображения и выходного положительна. Учитывая, что при подавлении шума восстанавливается потерянная информация в пикселях, содержащих шум, полученные отклонения в цветопередаче можно считать незначительными, и следовательно современные подходы удаления шума позволяют удалять шум без сильных искажений цветов на изображении.

Программный код для воспроизведения экспериментов и ссылка на тестовый набор данных содержатся в GitHub репозитории по следующей ссылке: https://github.com/AlexeySrus/color_rendering_estimation

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Пальчикова, И.Г. Интервальная оценка параметров цвета из цифровых изображений / И.Г. Пальчикова, Е.С. Смирнов // Компьютерная оптика. – 2017. – Т. 41, № 1. – С. 95- 102. DOI: 10.18287/2412-6179-2017-41-1-95-102.
- [2] Скиданов, Р.В. Экспериментальное исследование дифракционных линз для работы с излучением нескольких заданных длин волн / Р.В. Скиданов, Л.Л. Досколович, С.В. Ганчевская, В.А. Бланк, В.В. Подлипов, Н.Л. Казанский // Компьютерная оптика. – 2020. – Т. 44, № 1. – С. 22-28. DOI: 10.18287/2412-6179-CO-646.
- [3] Пальчикова, И.Г. О количественной оценке малых цветовых различий на цифровых изображениях / И.Г. Пальчикова, Е.С. Смирнов, О.А. Баринаева, И.В. Латышов, В.А. Васильев, А.В. Кондаков // Компьютерная оптика. – 2020. – Т. 44, № 4. С. 606-617. – DOI: 10.18287/2412-6179-CO-631.
- [4] Hermit, G. Rehabilitating the Color Checker Dataset for Illuminant Estimation / G. Hermit, G. Finlayson, A. Gijsenij, P. Gehler, S. Bianco, M. Drew // Proc. IS&T 26th Color and Imaging Conf. – 2018. – P. 350-353.
- [5] Laakom, F. Bag of color features for color constancy / F. Laakom, N. Passalis, J. Raitoharju, P. Gehler, J. Nikkanen, A. Tefas // IEEE Transactions on Image Processing. – 2020. – Vol. 29. – P. 7722–7734.
- [6] Colour - Checker Detection GitHub [Electronic resource]. — Access mode: <https://github.com/colour-science/colour-checker-detection> (07.11.2022)
- [7] Fernandez P. Fast and Robust Multiple ColorChecker Detection using Deep Convolutional Neural Networks / P. Fernandez, F. Pena, T. Ren, J. Leandro // Image and Vision Computing. – 2018. – Vol. 81. –DOI: 10.1016/j.imavis.2018.11.001.
- [8] Patch color definitions for Datacolor SpyderCheckr 48 [Electronic resource]. — Access mode: <http://www.bartneck.de/2017/10/24/patch-color-definitions-for-datacolor-spydercheckr-48/> (07.11.2022)
- [9] Gatta C. Local linear LUT method for spatial colour-correction algorithm speed-up / C. Gatta, R. Alessandro, M. Daniele // Vision, Image and Signal Processing, IEE Proceedings. – 2006. – Vol. 153. – P. 357–363. DOI: 10.1049/ip-vis:20050279.
- [10] Zongsheng Y. Dual Adversarial Network: Toward Real-world Noise Removal and Noise Generation / Y. Zongsheng, Z. Qian, Z. Lei, M. Deyu // Proceedings of the European Conference on Computer Vision (ECCV) . — 2020. — Vol. 12355. — P. 41-58.
- [11] Zhendong V. Uformer: A General U-Shaped Transformer for Image Restoration / Wang Zhendong, Cun Xiaodong, Bao Jianmin, and Liu Jianzhuang // 2022 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). — 2021. — P. 17662-17672.