

Расчет ошибок коррекции освещения с помощью многомерной гистограммы на основе оригинального стенда

А. В. Погадаев, В. А. Васильев, Е. И. Ершов

Введение

Неравномерность распределения значений на плоскости цветности является причиной малой информативности расчета ошибок алгоритмов коррекции. В работе предлагается новый подход к оценке алгоритмов коррекции освещения, а именно — хроматической адаптации фон Криса и коррекции на основе спектрзональной модели (СЗМ). Оценка работы алгоритмов производится на основе оригинального стенда — набора данных и программного обеспечения, принимающего на вход результаты работы алгоритмов.

Основные термины и обозначения

Пусть Λ — видимый диапазон волн, по которому ведется интегрирование, $\Phi(\lambda)$ — спектр отражательной способности (спектр окраски), $\bar{\psi}(\lambda)$ — функции спектральной чувствительности, а $S_s(\lambda)$ — спектр источника. Тогда *эталонным* тристимулом назовем:

$$\bar{c}_s = \int_{\Lambda} \Phi(\lambda) S_s(\lambda) \bar{\psi}(\lambda) d\lambda. (1)$$

Возьмем источник $S_t(\lambda) \neq S_s(\lambda)$. Тогда *искомым* тристимулом назовем:

$$\bar{c}_t = \int_{\Lambda} \Phi(\lambda) S_t(\lambda) \bar{\psi}(\lambda) d\lambda. (2)$$

Дистанцией коррекции назовем L_2 -норму между откликами \bar{c}_t и \bar{c}_s . *Дистанцией ошибки* назовем L_2 -норму между результатом работы алгоритма коррекции и искомым откликом в координатах UV:

$$\Delta E^{uv} = \sqrt{(\Delta u)^2 + (\Delta v)^2}. (3)$$

Мы осуществляем разбиение плоскости UV на квадратные секторы со стороной 0,011. Данный выбор обусловлен минимальным значением JND в данной плоскости. Веса, учитывающие распределение образцов на плоскости цветности, для точки i равны:

$$\omega_i^{density} = \frac{n_{max}^p}{n_i^p}; \omega_i^{distance} = \frac{n_{max}^d}{n_i^d}; \omega_i^{angle} = \frac{n_{max}^\varphi}{n_i^\varphi}, (4)$$

где n_{max}^p — максимальное количество образцов среди всех секторов, n_i^p — количество образцов в i -м секторе, к которому принадлежит точка, n_{max}^d — максимальное значение гистограммы дистанции коррекции, n_i^d — значение гистограммы, соответствующее i -ой дистанции. Для ω_i^{angle} аналогично. Таким образом, комбинированный вес равен:

$$\omega_i = \omega_i^{density} \cdot \omega_i^{distance} \cdot \omega_i^{angle}. (5)$$

Описание стенда

В основу стенда были положены данные спектров отражения из наборов USGS [1] и SFU [2], а также 38 спектров различных источников из стандарта CIE[3]. Все получившиеся цветности показаны на рисунке 1.

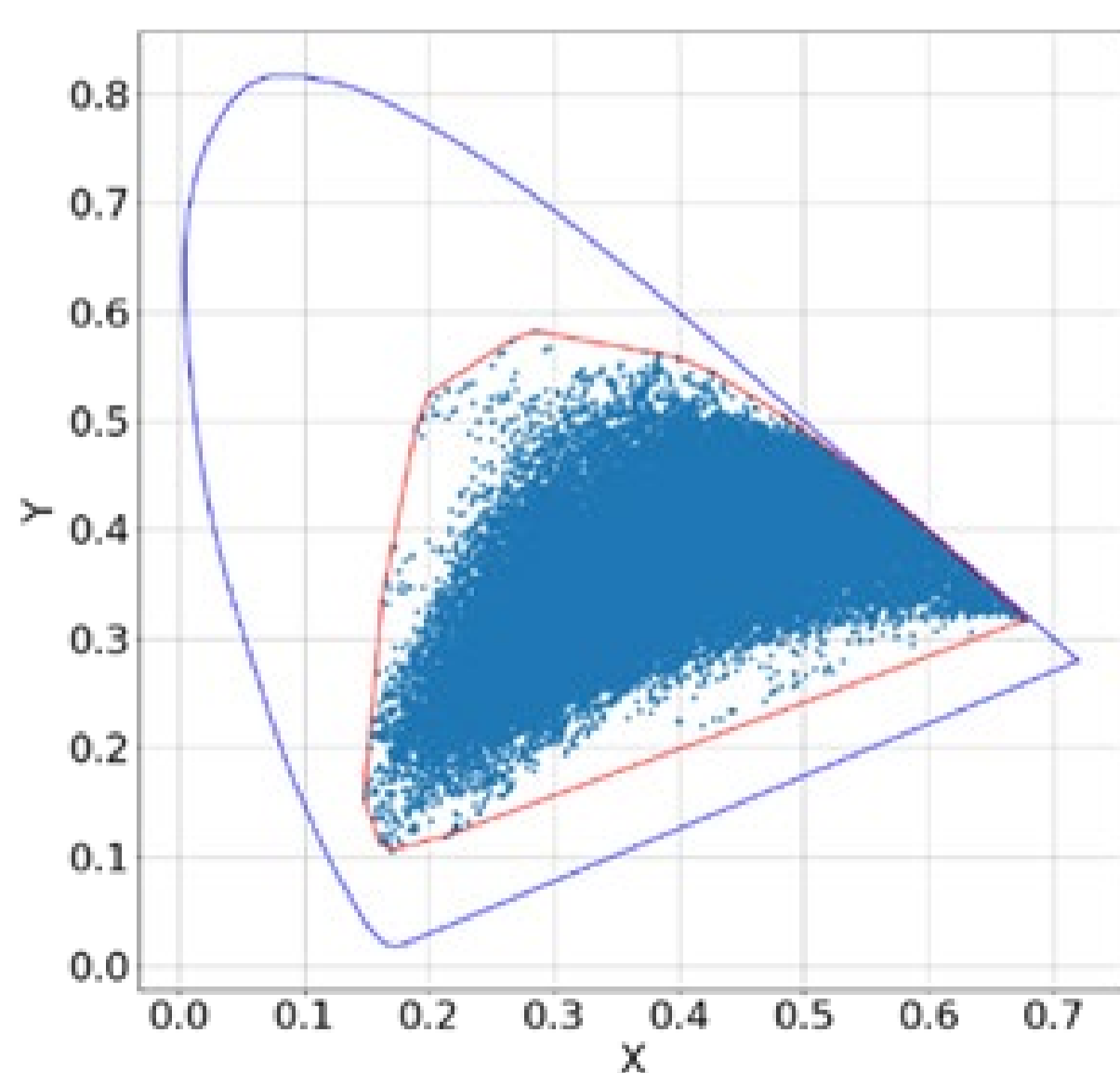


Рис. 1

Результаты

Для тестирования были отобраны следующие алгоритмы: алгоритм фон Криса в XYZ, алгоритм фон Криса в LMS и коррекция на основе спектрзональной модели. Результаты показаны в таблице I.

Таблица I.

	Коррекция фон Криса в XYZ	Коррекция фон Криса в LMS	Коррекция на основе СЗМ
Среднее без весов	0,0064	0,0068	0,0067
Средневзвешенное учетом $\omega^{density}$	0,0217	0,0195	0,025
Средневзвешенное учетом $\omega^{density}$ и $\omega^{distance}$	0,1317	0,0301	0,1646
Средневзвешенное тремя весами	0,1449	0,0253	0,1821

На рисунке 2 показаны распределения ошибок для коррекции фон Криса в XYZ с разными весами — без весов, с учетом плотности распределения, с учетом плотности и дистанции коррекции, с учетом всех весов.

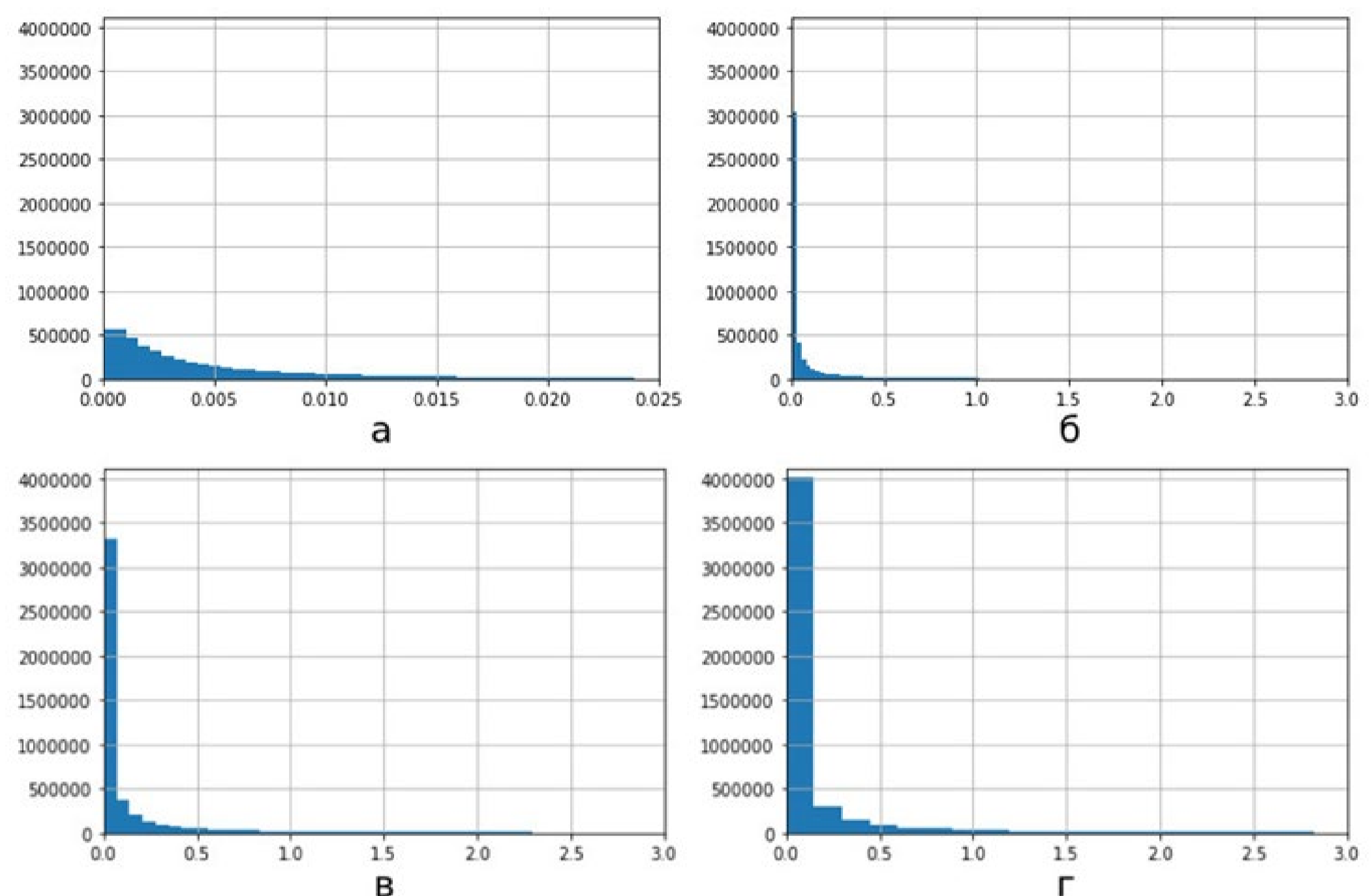


Рис. 2

Заключение

В работе был предложен стенд для коррекции освещения и осуществлено ранжирование трех алгоритмов по значениям средневзвешенной ошибки: хроматической адаптации фон Криса в цветовых пространствах XYZ и LMS и коррекции на основе спектрзональной модели.

В результате было продемонстрировано, что ранжирование алгоритмов меняется в зависимости от используемых весов.

Кроме того, удалось достичь равномерного учета ошибки алгоритмов коррекции с помощью весов на основе введенных характеристик.

Литература

- [1] Kokaly, R.F. USGS Spectral Library Version 7 / R. F. Kokaly, R. N. Clark, G. A. Swayze // U. S. Geological Survey Data Series, 2017 – 61. DOI: :10.3133/ds1035.
- [2] Simon Fraser University [Electronic resource]. — Access mode: <https://www2.cs.sfu.ca> (07.02.2022)
- [3] CIE 15: Technical Report [Electronic resource]. — Access mode: <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/003/cie.15.2004.tables.xls> (07.02.2022)