

¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

В современных цифровых фотокамерах цветное изображение, как правило, формируется с помощью однослойной матрицы фотоэлементов. Каждый элемент такой матрицы накрыт одним светофильтром из фиксированного набора, который пропускает свет определенного спектрального состава. Наиболее распространённым расположением цветных фильтров является мозаика Байера [1], которая состоит из 25% красных, 25% синих и 50% зеленых светофильтров. Получение полноцветного изображения по байеровской мозаике называется задачей демозаикинга.

Обычно задачу демозаикинга рассматривают как интерполяционную.

Рассмотрим задачу демозаикинга не как интерполяционную, а как задачу восстановления изображения. Она может быть сформулирована как недоопределенная обратная задача вида:

$$Af = u \quad (1)$$

где f – искомое реконструируемое изображение, u – наблюдаемое изображение, A – линейный оператор над матрицами f и u , такой, что $A: f \rightarrow u$; требуется оценить f . Прямоугольная матрица оператора A является конкатенацией единичной и нулевой матриц.

Задача вида (1) является некорректно поставленной задачей, и ее решение принципиально неустойчиво. Поэтому для преодоления неустойчивости можно использовать регуляризационный подход, состоящий в алгебраическом учете априорной информации об искомом изображении.

Сформулируем задачу оценки неизвестных компонент как оптимизационную задачу следующего вида:

$$f = \arg \min R_p(f) \text{ при условии } Au = f, \quad (2)$$

где $R_p(f)$ – регуляризирующая функция, минимизирующая l_p -норму над изображением f .

Для оценки неизвестных компонент в зеленом канале $R_p(f)$ определим как:

$$R_p(f_c) = \sum_{k=1}^K |f_c - f_k|^p, \quad (3)$$

где f_c – компонента, чье значение требуется оценить, f_k – известные компоненты в том же канале, лежащие в окне 3×3 вокруг f_c .

Эксперименты проводились с использованием стандартных наборов данных Kodak [2] и IMAX [3] над зеленым каналом с использованием $l_{1/2}$ -, l_1 -, l_2 - регуляризации и l_{p_v} - регуляризации следующего типа:

$$l_{p_v} = \frac{I}{1 + (f_x + f_y)}, \quad (4)$$

где f_x, f_y - горизонтальный и вертикальный градиент, которые вычисляются с использованием соседей интерполируемого пикселя.

Для оценки качества восстановления использовалась стандартная метрика *PSNR* (*peak signal-to-noise ratio*). Качество восстановления зеленого канала с использованием регуляризирующей функции (3) сравнивалось с качеством восстановления при использовании стандартного билинейного интерполяционного метода, который является основным в задаче демозаикинга. На рисунке 1 показано среднее качество восстановления выбранного канала по наборам данных Kodak и IMAX с использованием $l_{1/2}$ -, l_1 -, l_2 - и l_{p_v} -регуляризации. Сравнение показывает преимущество l_1 - и l_{p_v} -регуляризации над l_2 -регуляризацией, которая аналогична билинейной интерполяции.

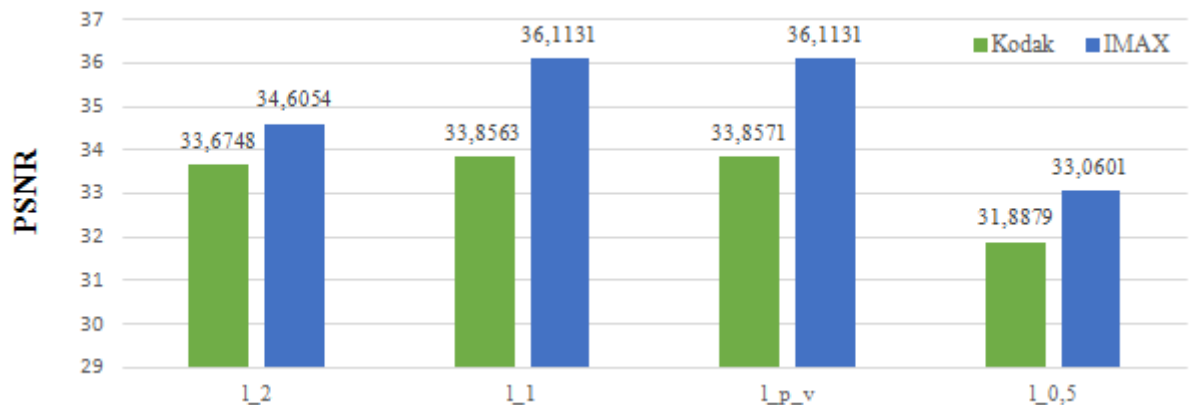


Рис. 1. Результаты восстановления зеленого канала с применением l_p -регуляризации на наборах данных Kodak и IMAX

Литература

1. В.Е Bayer, "Color imaging array", U.S. Patent No. 3,971,065(1976)
2. Kodak Lossless True Color Image Suite. URL: <http://r0k.us/graphics/kodak/>,1999.
3. CDM Dataset. URL: http://www4.comp.polyu.edu.hk/~cslzhang/CDM_Dataset.htm