

Таким образом, для получения удовлетворительного результата при транскодировании видео, следует использовать модуль Б. Он позволяет точно управлять параметрами, обеспечивает высокую скорость обработки и сохранение визуального качества. Однако при использовании данного модуля возможен рост объема выходного файла (до 5 раз). Модуль А же целесообразно применять исключительно для контента с большим количеством статичных кадров, где он демонстрирует четырехкратное сжатие при сохранении приемлемого качества.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Обухова, Е. В., Н. П. Шутько Разработка модуля конвертации видеороликов на основе библиотеки Movieru и фреймворка ffmpeg // Передовые технологии и инновации в образовании и науке для улучшения качества жизни и стимулирования устойчивого экономического роста: Сборник статей VIII Международной научно-технической конференции. В 3-х томах, Минск, 03–05 декабря 2025 года. – Минск: БГТУ, 2025. – С. 454-460.

УДК 004.932.2

В.А. Ворошень, маг. ;  
Д.М. Романенко, зав. кафедрой ИиВД  
(БГТУ, г. Минск)

#### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ АКЦЕНТНЫХ ЦВЕТОВ НА РАСТРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМОВ КЛАСТЕРИЗАЦИИ**

Одним из композиционных средств, используемых при построении кадра, является акцент. Он представляет собой некоторую цветовую область на изображении, которая существенно отличается от прочих по цветовым характеристикам (например, по тону, яркости или насыщенности). В ряде задач компьютерного зрения может быть полезной автоматическая сегментация акцентных областей. Среди подобных наиболее интересной является задача анализа композиции растровых изображений с художественной точки зрения.

Какой же цвет считается акцентным? В рамках данного исследования такой цвет должен удовлетворять следующим признакам:

- далёк от медианного цвета, признанного фоновым;
- имеет достаточно крупную площадь, чтобы быть заметным (не менее 0,5% всей площади изображения);

– имеет наибольшую оценку, которая рассчитывается на основе медианного абсолютного отклонения и будет описана далее.

Предложенный метод определения акцентных цветов предполагает выделение цветowych областей изображения.

Математической моделью пикселя растрового изображения можно считать трёхкомпонентный вектор, где каждое число описывает компоненту цвета в пространстве RGB. Само же изображение можно представить, как матрицу элементов-векторов. Разницу между двумя векторами можно найти с помощью евклидова расстояния [1]:

$$\Delta E = \sqrt{(R_1 - R_2)^2 + (G_1 - G_2)^2 + (B_1 - B_2)^2},$$

где R, G, B – компоненты сравниваемых цветowych векторов.

Цветовые области удобно выделять, используя алгоритм выращивания регионов (region growing) [2] и поиск в ширину. Основным параметром, который влияет на результативность метода, является значение порога t, определяющееся экспериментально. Оно показывает, насколько отличными должны быть два пикселя, чтобы принадлежать разным областям.

Выращивание регионов было реализовано с использованием языка программирования Python. Была создана функция `region_growing()`, принимающая на вход изображение в виде numpy-массива, а также порог t, по умолчанию равный 100. Каждый регион для удобства заливался усреднённым цветом. Результаты работы функции на примере некоторых изображений показаны на рис. 1: слева представлены исходные изображения, а справа – модифицированные по алгоритму выращивания регионов.



**Рисунок 1 – Результат применения выращивания регионов для изображений**

Как видно, на изображениях сформировались однотонные области. Среди этих областей могут присутствовать те, которые содержат акцентные цвета, оставшиеся же области в рамках данного исследования названы фоновыми. С их помощью можно получить карту фона, то есть сегментировать изображение на два класса (фон и не-фон).

Выделению акцентных цветов предшествует построение карты фона. При этом используются медиана  $MED$  и медианное абсолютное отклонение  $MAD$ , рассчитываемые следующим образом:

$$MAD = MED(|X_i - \tilde{X}|),$$

где  $X_i$  –  $i$ -ое значение, а  $\tilde{X}$  – среднее значение величины, для которой считается медианное абсолютное отклонение.

Построение карты фона осуществляется по следующему алгоритму, который реализован в функции `background_map()`.

1. Для каждой области находится среднее арифметическое  $a$  всех её цветов, из чего формируется вектор  $A$ .
2. На основе  $A$  вычисляется медиана  $m$  цветов областей.
3. Вычисляется вектор  $D$ , содержащий значения евклидова расстояния каждого элемента  $A$  до  $m$ .
4. Выбирается параметр  $k$ , по умолчанию равный 1,5.
5. По следующей формуле рассчитывается порог фона  $T$ :

$$T = MED(D) + k \cdot MAD(D).$$

6. Формируется маска фона  $A'$ , где каждый элемент представляет собой число, либо 255 (фон), либо 0 (не-фон).

7. На основе маски формируется изображение карты фона. Результат работы функции `background_map()` для некоторых изображений показан на рис. 2.



Рисунок 2 – Карты фона для изображений

Поскольку акцентные цвета не должны находиться среди фоновых областей, карта фона существенно ограничивает набор областей, по которым осуществляется поиск акцентов.

Определение акцентов реализовано в функции `define_accents()` согласно следующему алгоритму:

1. Из набора областей, не являющихся фоновыми, исключаются области, занимающие меньше 0,5% площади изображения.

2. Все цвета оставшихся областей переводятся в цветовое пространство Lab (а именно CIELAB), поскольку Lab является perceptually равномерным пространством [3].

3. Проводится кластеризация цветов с помощью метода k-средних до заданного числа кластеров  $n$  (по умолчанию равно 3, но не больше, чем всего цветов в рассматриваемых областях).

4. Для каждого кластера рассчитывается по следующей формуле, основанной на медианном абсолютном отклонении, оценка  $E$ :

$$E = AVG(MED(D) \cdot \sqrt{S}),$$

где  $AVG$  – среднее арифметическое,  $N$  – число областей, не принадлежащих фону,  $S$  – площадь области (количество её пикселей).

Оценка  $E$  обозначает степень отличия рассматриваемого цвета от фона. В формуле учитываются расстояние от медианного цвета фона и размер области, поскольку чем больше область акцентного оттенка, тем проще человеку её заметить, а квадратный корень позволяет уменьшить её влияние на итоговый результат, чтобы большие области, меньше отличающиеся от фона, не оказывали чрезмерное влияние.

Акцентным признаётся цвет, имеющий наибольшую оценку  $E$ , и переводится обратно в RGB для удобства дальнейшей работы.

Результат работы функции `define_accents()` для некоторых изображений показан на рис. 3.



Рисунок 3 – Акцентные цвета изображений

Однако для некоторых изображений (рис. 4) метод работает непредсказуемо (слева), а для некоторых – вовсе некорректно (справа). Это связано с тем, что изображения имеют достаточно разнообразный и пёстрый фон, из-за чего евклидово расстояние до усреднённых цветов областей даёт неочевидные результаты.



**Рисунок 4 – Некорректная работа метода**

Таким образом, можно сказать, что выделение акцентных цветов для изображений, имеющих высокий контраст между фоном и акцентным цветом с использованием представленного метода, работает корректно и позволяет регулировать точность выделения с помощью параметров  $t$  и  $k$ . Однако в случае низкой контрастности и общей насыщенности всех оттенков результаты могут быть неточны.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Wang L., Zhang Y., Feng J. On the Euclidean distance of images // IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence. 2005. Vol. 27, no. 8. P. 1334–1339.
2. Adams R., Bischof L. Seeded region growing // IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence. 1994. Vol. 16. no. 6. P. 641–647.
3. CIE International Commission on Illumination, Recommendations on Uniform Color Spaces, Color-Difference Equations, Psychometric Color Terms, Supplement. No. 2 to CIE Publication No. 15, Colorimetry, 1971.

УДК 004.056.55:004.627

Н.В. Попеня, ст. преп.  
(БГТУ, г. Минск)

#### **СТРУКТУРА ГИБРИДНОГО МЕТОДА ЗАЩИТЫ АВТОРСКИХ ПРАВ НА МУЛЬТИМЕДИЙНЫЙ КОНТЕНТ**

Стремительный рост объемов мультимедийного трафика в глобальных сетях, который по прогнозам составляет более 80% от всего интернет-трафика [1], обостряет проблему защиты авторских прав на цифровой контент. Традиционные криптографические средства и системы управления цифровыми правами (DRM) обеспечивают защиту преимущественно на этапе передачи данных, оставляя контент уязвимым для копирования. В связи с этим актуальным направлением является применение методов компьютерной стеганографии, позволяю-