



1. Кудрина, М. А. Использование преобразования Хафа для обнаружения прямых линий и окружностей на изображении [Текст] // Известия Самарского научного центра РАН. – 2014. – №4–2.
2. Болгов, А.Н. Применение преобразования Хафа и его модификаций для нахождения графических примитивов [Текст] / А.Н. Болгов, М.Н. Фаворская // Актуальные проблемы авиации и космонавтики – 2011. – №7.
3. Лидке, М.Б. Исследование и разработка метода распознавания кривых на плоскости [Электронный ресурс] URL: <http://masters.donntu.org/2012/iii/lidke/diss/index.htm> (дата обращения 02.04.2021)
4. Kiryati, N. A probabilistic Hough transform [Текст] / N. Kiryati, Y. Eldar, A.M. Bruckstein // Pattern Recognition. – 1991. – Vol. 24, №4. – P. 303-316. – ISSN 0031-3203.
5. Xu, L. A new curve detection method: Randomized Hough transform (RHT) [Текст] / L. Xu, E. Oja, P. Kultanen // Pattern Recognition Letters – 1990. – Vol. 11, № 5. – P. 331-338. – ISSN 0167-8655.
6. OpenCV// Википедия [Электронный ресурс] URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/OpenCV> (дата обращения 04.04.2021).
7. Питерсон, У. Коды, исправляющие ошибки [Текст] / У. Питерсон, Э. Уэлдон – М.: Мир, 1976. – 18 с.

Д.С. Полещук, М.А. Кудрина

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА СЕГМЕНТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

(Самарский университет)

Для таких задач, как выделение номера автомобиля, подсчет различных объектов, обработка медицинских изображений, реализация машинного зрения, необходимо производить выделение объектов на изображении, а именно выполнять сегментацию изображения. Под сегментацией изображения подразумевается разделение изображения на области, для которых выполняется определенный критерий однородности. Результатом любой сегментации изображения является множество сегментов, которые вместе покрывают всё изображение, или множество контуров, выделенных на изображении. Все пиксели в сегменте похожи по некоторой характеристике или вычисленному свойству, например, по цвету, яркости или текстуре, а соседние сегменты значительно отличаются по этой характеристике [1].

Разработка автоматизированной информационной системы

Задача разрабатываемой автоматизированной системы состоит в реализации следующих возможностей:

- сегментация изображения методом «к-средних»;
- постобработка отсегментированного изображения:
 - перевод изображения в оттенки серого;
 - выделение границ с помощью оператора Собеля;



- скелетизация Зонга-Суня;
- просмотр шкалы основных цветов;
- оценка качества сегментации изображения;
- реализация «локтевого» метода.

В реализованной программе пользователь задает количество кластеров и начинает сегментацию изображения. Как только процесс сегментации изображения завершится, то пользователь увидит полученные оценки и результат сегментации. Далее возможно запустить постобработку изображения или открыть форму со школой основных изображения.

На рисунке 1 приведен пример полученного отсегментированного изображения и шкала его основных цветов в процентном соотношении. Шкала основных цветов позволяет использовать данный алгоритм для тех сфер, где важно сочетание цветов, например, в дизайне, где необходимо сочетание и гармония цветов в получаемом интерьере, а также в моде для подбора вещей по цветовому балансу.

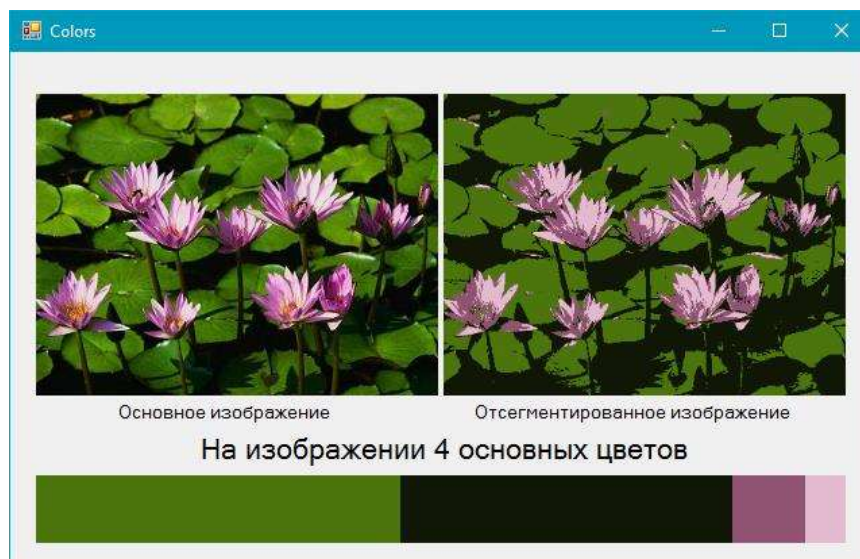


Рисунок 1 – Шкала основных цветов на изображении

Алгоритм сегментации «к-средних»

В автоматизированной системе реализован алгоритм сегментации изображения «к-средних», основной идеей которого является принцип, что каждая точка должна быть как можно ближе к центру своего кластера. Алгоритм стремится минимизировать суммарное квадратичное отклонение V точек кластеров от центров этих кластеров [2]:

$$V = \sum_{i=1}^k \sum_{x \in S_i} (x - \mu_i)^2, \quad (1)$$

где k – число кластеров;

x – анализируемая точка изображения;

S_i – i -кластер;



μ_i – центр масс для кластера S_i .

Локтевой метод оценки количества кластеров

Для работы алгоритма «к-средних» вначале необходимо указать количество предполагаемых кластеров. Подбор значения k может занимать значительное время у пользователя, а также выбранное значение количества кластеров может являться не оптимальным. Существует эвристический метод определения необходимого количества кластеров - «Локтевой метод»[3].

В своей основе локтевой метод вычисляет внутрикластерную сумму квадратов ошибок (wss) для различных значений k и по полученным данным строится график зависимости ошибки от количества кластеров. Т.к. значение ошибки уменьшается, то график представляет из себя «локоть».

Приведем пример работы данного метода. Для выбранного изображения необходимо получить значение ошибки на каждом количестве кластеров. Произведем подсчет ошибок на промежутке с 2 до 8 кластеров.



Рисунок 2 – График зависимости ошибки от количества кластеров

На рисунке 2 изображен график зависимости величины ошибки от количества кластеров. Исходя из результата, на локтевом сгибе среди значений 3 и 4 оптимальным количеством кластеров можно считать – четыре кластера.

Комплексный критерий F оценки качества работы алгоритма сегментации

Помимо проблемы подбора количества кластеров для сегментации, существует проблема частого выделения большого числа мелких «мусорных» областей на изображении. Liu и Yang предложили комплексный критерий для оценки качества работы сегментации изображения, учитывающий, как однородность сегментов, так и их количество [4]:

$$F = \frac{1}{1000N} \times \sqrt{R} \sum_{i=1}^R \frac{e_i^2}{\sqrt{A_i}}, \quad (2)$$

где N – количество пикселей на изображении;

R – количество сегментов;

A_i – площадь i -го сегмента;

e_i – величина характеризующая степень однородности i -го сегмента.



Liu и Yang использовали критерий F для оценки качества работы своего метода сегментации цветных изображений, и, соответственно, величина e_i выступала у них в качестве меры цветовой однородности i -ой выделенной области. Вычислялась эта величина как сумма евклидовых расстояний в цветовом пространстве между цветами пикселей исходного изображения, отнесенных при сегментации к i -ой выделенной области, и цветом, поставленным в соответствие этой области в ходе сегментации (а именно, цветом центра соответствующего кластера в цветовом пространстве).

В общем случае, e_i можно представить следующим образом:

$$e_i = \sum_{n=1}^{A_i} \sqrt{\sum_{k=1}^K (g_n^{(k)} - \hat{g}_i^{(k)})^2}, \quad (3)$$

где K – размерность вектора признаков, используемого для сегментации изображения;

$g_n^{(k)}$ – значение k -ой компоненты этого вектора для n -го пикселя исходного изображения, отнесенного при сегментации к i -му сегменту;

$\hat{g}_i^{(k)}$ – k -я компонента вектора признаков, поставленного в соответствие i -му сегменту в процессе сегментации;

A_i – площадь i -го сегмента.

Очевидно, что чем меньше значение критерия F , тем выше оценивается качество сегментации. Сомножитель \sqrt{R} в формуле штрафует сегментацию, содержащую слишком много областей. Снижение оценки за наличие мелких сегментов достигается введением величины $1 / \sqrt{A_i}$, а e_i , обеспечивает штраф за неоднородность сегментов.

Приведем эксперимент оценки отсегментированного изображения с помощью комплексного критерия F для различных значений критерия k . На рисунке 3 приведены отсегментированное изображение для количества кластеров от 2 до 5.

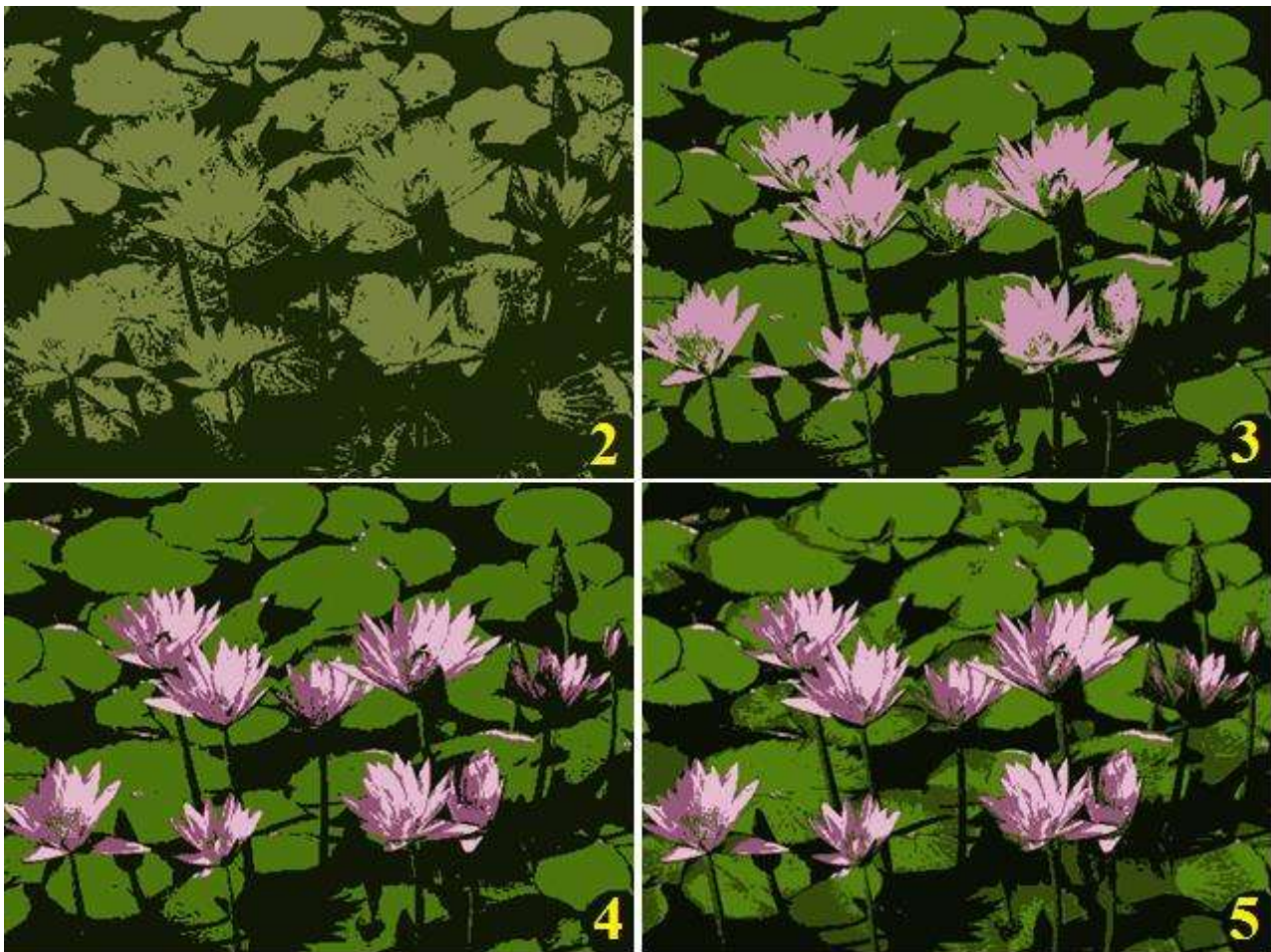


Рисунок 3 – Рисунок отсегментированных изображений с 2 до 5 кластеров



Рисунок 4 – График зависимости критерия F от количества кластеров

На рисунке 4 изображен график зависимости комплексного критерия оценки качества работы алгоритма сегментации от количества кластеров. Из графика следует, что при увеличении, либо выборе не подходящих значений k наблюдается увеличения критерия из-за наличия выделения «мусорных» областей на границах кластеров. Исходя из графика, значение в четыре кластера является лучшим, что совпадает с подобранным значением кластера с помощью «локтевого» метода. Из этого можно сделать вывод, что четыре кластера для изображения, на котором проводился эксперимент является оптимальным.



Литература

- 1 Метод k-средних [Электронный ресурс] // Википедия: электронная энциклопедия. 2001-2021. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Метод_k-средних (дата обращения: 04.03.2021)
- 2 Сегментация (обработка изображений) [Электронный ресурс] // Википедия: электронная энциклопедия. 2001-2021. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Сегментация_\(обработка_изображений\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Сегментация_(обработка_изображений)) (дата обращения: 03.03.2021).
- 3 Локтевой метод (кластеризация) [Электронный ресурс] // Википедия: электронная энциклопедия. 2001-2021. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Elbow_method_\(clustering\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Elbow_method_(clustering)) (дата обращения: 03.03.2021).
- 4 J.Liu, Y.-H.Yang., Multiresolution color image segmentation. [Текст] / IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.16, No.7, 1994. – 689-700 с.

О.В. Порубай, М. Хасанова

СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ С ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМИ МЕХАНИЗМАМИ ПОИСКА ДЛЯ ОПЕРАТИВНО- ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

(Ташкентский государственный технический университет
им.И.Каримова, Ферганский филиал Ташкентского университета информаци-
онных технологий им.Мухаммада аль-Хорезми)

Задача оптимизации потерь электроэнергии на промышленном предприятии является комплексной задачей, включающей в себя техническую, экономическую и организационную составляющие. С одной стороны, реализация энергосберегающих мероприятий дает экономический эффект от их внедрения, но с другой стороны в большинстве случаев требует дополнительных капитальных вложений, а также расходов других материальных ресурсов.

Исходя из этого, управляя энергосбережением может возникнуть задача поиска многокритериального оптимума по экономическим критериям. В качестве таких критериев удобно использовать стоимость планируемых мероприятий C и эффект от их внедрения E (величина снижения потерь в денежном выражении).

Для того чтобы найти оптимальное решение удобно использовать специализированный граф, узлы которого соответствуют определенным состояниям СЭСПП, каждая из дуг состоит из параллельных ребер, которые соответствуют планируемым мероприятиям по энергосбережению. Ребра графа имеют оценки (C_i, E_i) .

На рис. 1 показан элемент предлагаемого графа, имеющий следующую структуру: