

«Сейфуллин оқулары – 18: « Жастар және ғылым – болашаққа көзқарас» халықаралық ғылыми -практикалық конференция материалдары = Материалы международной научно-практической конференции «Сейфуллинские чтения – 18: « Молодежь и наука – взгляд в будущее» - 2022.- Т.І, Ч.IV. - С. 55-58

## **ФУНКЦИЯ ОШИБКИ В АЛГОРИТМАХ СЕГМЕНТАЦИИ**

*Калдарова М.Ж., докторант 1 курса  
Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина , г. Нур-Султан*

**Введение.** Проводимые исследования относятся к области компьютерных процедур анализа и обработки изображений. Сегментация подразделяет изображение на составляющие его области или объекты [1]. Важным аспектом определения эффективности сегментации изображения является количественная оценка искажений. Был рассмотрен метод вычисления среднеквадратичной ошибки (Root Mean Square Error, RMSE) как один из способов оценки качества сегментации. В результате проведенных исследований получены количественные оценки искажений для сегментации с использованием метода обнаружения перепадов яркости.

**Методы.** Метод сегментации преобразует изображение, содержащее объекты, в цепочку объектов, образуя изображение. Для правильной сегментации объекты, найденные методом сегментации, должны соответствовать целевым объектам, определенным в стандарте того, что должно быть сделано.

Различные целевые объекты могут быть помечены уникальными метками, а области, найденные программой сегментации, также могут быть помечены уникальными метками. Если сегментация верна, то пиксели, принадлежащие одному и тому же целевому объекту в стандарте того, что должно быть сделано, должны быть назначены одному и тому же сегменту в сегментации. Все пиксели, которые находятся в разных целевых объектах в стандарте того, что должно быть сделано, должны находиться в разных сегментах сегментации. Таким образом, все пиксели в стандарте того, что должно быть сделано, которые имеют одинаковые метки, должны иметь одинаковые метки в сегментации, а пиксели, имеющие разные метки на исходном изображении, должны иметь разные метки в сегментации.

Процесс сегментации цифрового изображения можно рассматривать как процесс связи между отправляющим объектом, который сначала правильно сегментирует цифровое изображение в соответствии со стандартом того, что должно быть сделано, а затем отправляет целевые объекты по определенному каналу получающему объекту, который получает сегменты в сегментации. Если

канал бесшумный, полученные сегменты совпадают с отправленными целевыми объектами, так что принимается стандарт того, что должно быть сделано. В этом случае сегментация не содержит ошибок. Однако, если канал не является бесшумным, к сигналу добавляется шум, в результате чего полученная сегментация отклоняется от стандарта того, что должно быть сделано, и, следовательно, содержит ошибки. Количество шума, добавляемого к сигналу, затем может быть использовано в качестве меры погрешности.

В сегментации целевые объекты или части целевых объектов могут быть неправильно объединены. Если (части) целевых объектов неправильно объединены, некоторые пиксели, которые должны быть у разных ярлыков даются одни и те же ярлыки. Это приводит к уменьшению информации (в теоретико - информационном смысле) и, следовательно, к уменьшению энтропии, потому что стандарт того, что должно быть сделано, содержит больше различных меток в этой части изображения, чем найденная сегментация. Если (части) целевых объектов или неправильно разделены, пикселям, которые должны иметь одинаковую метку, присваиваются разные метки. Сегментация содержит больше различных меток в этой части изображения, чем стандарт того, что должно быть сделано. Это вызывает увеличение информации в этой части изображения и, таким образом, приводит к увеличению энтропии. При одной и той же сегментации могут быть допущены ошибки обоих видов. Уменьшение энтропии, вызванное неправильным объединением некоторых (частей) целевых объектов, с последующим увеличением энтропии, вызванной неправильным разделением некоторых (частей) целевых объектов, может привести к тому, что энтропия в сегментации будет такой же, как энтропия в стандарте того, что должно быть сделано. Тогда сегментация должна казаться правильной, но на самом деле она содержит две ошибки. Поэтому были разработаны следующие функции:

Энтропия разделения для измерения среднего количества информации, добавляемой на пиксель в целевом объекте, вызванного разделением целевых объектов. Общая энтропия разделения для измерения среднего количества добавленной информации на пиксель на целевой объект, добавляемый при разделении целевых объектов. Энтропия слияния для измерения среднего количества информации, потерянной на пиксель в сегменте, вызванного слиянием целевых объектов. Общая энтропия слияния для измерения среднего количества потерянной информации на пиксель на сегмент при слиянии целевых объектов. Общая энтропия, чтобы измерить среднее количество шума, добавляемого при сегментации.

**Разделенная энтропия.**

При разделении объекта на несколько различных сегментов ряду пикселей, имеющих одинаковые метки на исходном изображении, присваиваются разные метки в сегментации. При сегментации целевого объекта существует большее количество различных меток, чем в исходном целевом

объекте. Согласно Шеннону[2], сегментация целевого объекта содержит больше информации, чем исходное изображение. Объем информации в сегментации может быть рассчитан, когда известны вероятности  $p_i$  передаваемой метки, являющейся меткой  $i$ . Среднее количество информации на пиксель равно энтропии  $H$ , которая определяется Шенноном [2] как:

$$\sum_{i=1}^n p_i \cdot \log \left( \frac{1}{p_i} \right)$$

где  $n$  - количество различных меток в регионе, а  $p_i$ -вероятность того, что передаваемая метка будет меткой  $i$ . Поскольку используется 2 журнала, значение  $H$  выражается в битах на пиксель. Среднее количество добавленной информации на пиксель при сегментации целевого объекта равно среднему количеству информации на пиксель при сегментации целевого объекта минус среднее количество информации на пиксель в целевом объекте. В формуле: Среднее количество добавленного шума на пиксель  $E = H(\text{сегментация объекта}) - H(\text{исходный объект})$ . Поскольку все пиксели в одном и том же объекте имеют одинаковые метки, вероятность того, что метка в одном и том же объекте является меткой объектов, равна 1. Вероятность того, что метка в объекте является другой меткой, чем метка объектов, равна нулю. Таким образом  $E$  равно нулю. Таким образом,  $E$  равно  $H(\text{сегментация объекта})$ .

Если составлен набор троек  $S$ , точно так же, как это делается в соответствии с рекурсивной идеей,

$$\begin{aligned} S_{o_i} &= \{t \in S | O(t) = i\} \\ TotalNpix(S_{o_i}) &= \sum_{t \in S_{o_i}} N(t) \\ E(S_{o_i}) &= \sum_{t \in S_{o_i}} \frac{N(t)}{TotalNpix(S_{o_i})} \cdot \log \left( \frac{TotalNpix(S_{o_i})}{N(t)} \right) \end{aligned}$$

$S_{o_i}$  содержит все тройки, описывающие сегментацию целевого объекта  $i$ . Поэтому

$$E(S_{o_i}) = H(\text{сегментация объекта}).$$

В рекурсивной идее правильная сегментация имеет показатель частоты ошибок, равный единице. Худшая сегментация имеет меньшее значение. В идее, использующей энтропию, было выбрано одинаковое значение для правильной сегментации и меньшее значение для худшей сегментации.

Частота качественных ошибок.

Поскольку общепринятых качественных коэффициентов ошибок не существовало, были разработаны два качественных коэффициента ошибок:

1. частота рекурсивных ошибок
2. частота ошибок, использующая функцию энтропии

Частота рекурсивных ошибок.

Идея, лежащая в основе рекурсивной частоты ошибок, заключается в том, что качество сегментации зависит от качества самого большого сегмента в сегментации объекта, умноженного на качество остальной части сегментации этого объекта. Качество самого большого сегмента при сегментации объекта определяется равным количеством пикселей в самом большом сегменте, деленному на количество пикселей в самом объекте.

Использование энтропии в качестве частоты ошибок.

Ошибки можно считать шумом. Сам шум можно рассматривать как дополнительную информацию. Объем добавленной информации затем может быть использован в качестве частоты ошибок. Объем информации может быть рассчитан с помощью функции энтропии, определенной Шенноном. Объем добавленной информации затем может быть рассчитан путем вычитания объема информации в стандарте того, что должно быть сделано, из объема информации в сегментации.

**Заключение.** Был рассмотрен метод оценки качества сегментации посредством функции энтропии. В результате проведенных исследований получены количественные оценки искажений для сегментации. Проведенные исследования показали возможность использования функции энтропии как одного из методов оценки качества сегментации.

## Литература

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2015. – С. 812–813.
2. Меженин А.В., Тозик В.Т. Оценка погрешности в задачах реконструкции трехмерных моделей // Труды международных научно-технических конференций «Интеллектуальные системы» (AIS'07) и «Интеллектуальные САПР» (CAD-2007). – М.: Физматлит, 2017, Т.3. – С. 79–84.
3. Геоинформационные системы и Дистанционное зондирование Земли [Электронный ресурс] / Среднеквадратичная ошибка (RMSE) .2016
4. D. Martin, C. Fowlkes, D. Tal, J. Malik/ A Database of Human Segmented Natural Images and its Application to Evaluating Segmentation Algorithms/ – Department of Electrical Engineering and Computer Sciences University of California, Berkeley.
5. Харинов М. В., Ханыков И. Г. Применение метода Уорда для кластеризации пикселей цифрового изображения // Вестн. Бурятского гос. ун-та. 2016. № 4. С. 34—42.
6. Харинов М. В., Ханыков И. Г. Комбинированный метод улучшения сегментации изображения // Тр. Бурятского гос. ун-та. 2015. С. 118—124.
7. Ханыков И. Г. К вопросу о выделении объектов на изображении методами сегментации [Электронный ресурс]: <[http://conference.spiiras.nw.ru/seminar\\_ICT/20160205Khanykov.pdf](http://conference.spiiras.nw.ru/seminar_ICT/20160205Khanykov.pdf)>, 13.04.2017.

8. Ward J. H., Jr. Hierarchical grouping to optimize an objective function // J. of the Amer. Statistical Association. 2013. Vol. 58. P. 236—244.
9. Chen J., Pappas T. N., Mojsilovic A., Rogowitz B. Adaptive image segmentation based on color and texture // Intern. Conf. on Image Processing: IEEE Proc. 2015. Vol. 3. P. 777—780.
10. Ханыков И. Г. Сопоставление двух методов автоматической сегментации // Материалы IX Санкт-Петербургской межрегион. конф. „Информационная безопасность регионов России (ИБРР-2015)“, 28—30 окт. 2015 г. СПб, 2016. С. 88
11. Денисов Д. А., Низовкин В. А. Сегментация изображений на ЭВМ // Зарубежная радиоэлектроника. 2015. № 10. С. 5—31.
12. Поршнев С. В., Левашкина А. О. Универсальная классификация алгоритмов сегментации изображений // Журн. научных публикаций аспирантов и докторантов. 2018. № 3 (31). С. 163—172.
13. Пестунов И. А., Синявский Ю. Н. Алгоритмы кластеризации в задачах сегментации спутниковых изображений // Вестн. КемГУ. 2012. № 2. С. 110—125.