

МЕТОДЫ СЕГМЕНТАЦИИ АНАТОМИЧЕСКИХ СТРУКТУР МОЗГА

К.О. Джо

Томский политехнический университет
E-mail: karina1@tpu.ru

Аннотация

В настоящее время одной из актуальных задач в области медицины является создание методов и алгоритмов, позволяющих выполнить точную сегментацию снимков (МРТ, КТ) головного мозга. Целью является реализация алгоритмов автоматической сегментации медицинских изображений мозга для решения задач диагностики заболеваний и лечения.

Актуальность темы

На сегодняшний день в России ежегодно фиксируют в среднем около 23 случаев рака мозга на 100 тысяч пациентов, из них 34 тысячи опухоли в год, которые выявлены впервые. Из них злокачественных 30%, что составляет 9,5 – 10,5 тысяч случаев в год [1]. Диагностирование новообразований в последние годы улучшилось благодаря увеличению количества МРТ аппаратов в стране.

Одним из более наполненным информацией методом является МРТ. Использование МРТ часто встречается при подозрении онкологических заболеваний, а также большой спектр информации особенно полезен при скрининге. После внедрения магнитно-резонансно-томографического исследования повысило эффективность обнаружения и раннюю диагностику инсульта. А благодаря исследованию, сегментированию МРТ – изображения помогают обнаружить опухоли или другие заболевания головного мозга.

Анализ методов сегментации

Методы сегментации делятся на структурные, стохастические, смешанные (гибридные).

Для работы структурного метода нужна информация о структуре сегментируемого объекта. Главное преимущество этой группы методов – сегментирование отдельного органа или нужной анатомической структуры. Качество сегментации напрямую зависит от качества анализируемого изображения. Шумы, имеющиеся на изображении, могут повлиять на качество сегментации. Если будет хватать контрастности у изображения, то будет легко обнаружить границы. Структурные методы нельзя полностью автоматизировать, так как для определения входных нулевых параметров, нужен оператор.

Однако для работы стохастического метода необходима информация о структуре. В сегментации за основу берется математический анализ данных и стохастические методы определяют анатомические структуры по исследуемым МРТ изображениям.

Рассматриваемый метод возможно автоматизировать, однако может потребоваться помощь оператора. Качество сегментации и точность определения границ зависят от начальных параметров, что дает возможность алгоритму адаптироваться к шуму изображения.

Смешанные (или гибридные) методы состоят из характеристик и структурных, и стохастических методов сегментации.

Для обработки и сегментирования МРТ-изображений подходят стохастические методы.

Из структурных методов рассматривался морфологический метод (рис.1). Математическая морфология ориентирована для изучения структуры и формы множеств однотипных объектов. Морфологический метод не относится к независимым алгоритмами сегментации. Так в ходе исследования был подведен итог, рассматриваемый морфологический метод применяется в качестве промежуточного этапа в процессе сегментации.

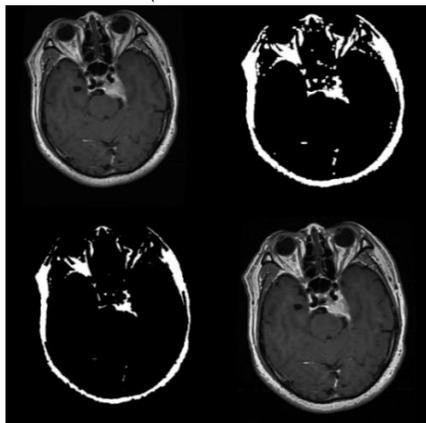


Рис. 1. Результат работы морфологического метода на МРТ-изображении мозга

Из стохастических – метод кластерного анализа классификацией k-средних (рис.2). Рассматриваемый метод основан на итеративном подходе, то есть каждый раз рассчитывается центр кластера, а алгоритм предполагает использование только исходных значений переменных.

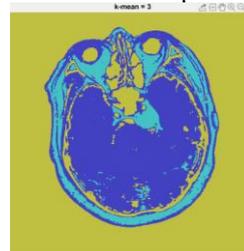


Рис. 2. Результат работы метода кластерного анализа на МРТ-изображении мозга

Из смешанных метод – наращивания регионов. Наращивание регионов(рис.3), как и морфологический метод не является самостоятельным алгоритмом сегментации. Достаточно часто метод применяется как прелиминарный шаг процесса обработки изображения для понимания трехмерных данных, далее используется более сложная сегментация.

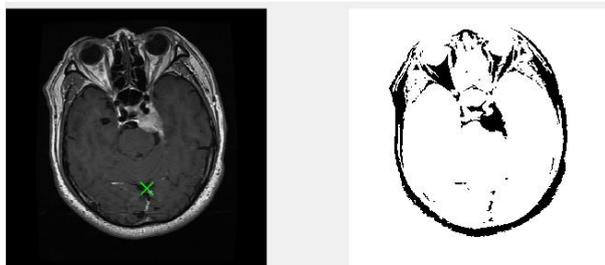


Рис. 3. Результат работы метода наращивания регионов на МРТ-изображении мозга

Сравнивая методы, их качество и точность определения опухолей, наиболее лучший результат оказался у метода наращивания регионов (Region Growing).

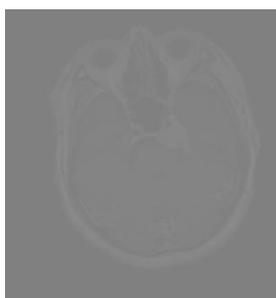


Рис. 4. Исходное изображение

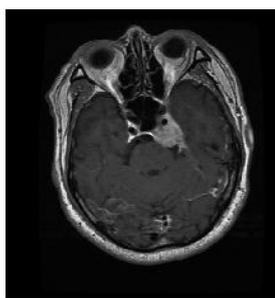


Рис. 5. Предобработка изображения

Начало работы цикла `regiogrowing` – пока расстояние между регионом и возможными новыми пикселями не станет выше определенного порога [2,3,4]. На рис.6 показано, как вычисляются координаты соседнего пикселя и проверяется нахождение пикселя на изображении.

```

for j=1:4
    % Вычисляем координаты соседнего пикселя
    xn = x +neighb(j,1); yn = y +neighb(j,2);

    % Проверяем, находится ли сосед внутри или снаружи изображения
    ins=(xn>1)&&(yn>1)&&(xn<=Isizee(1))&&(yn<=Isizee(2));

    % Добавляем соседний пиксель, если он внутри, а не уже в сегментированной области
    if(ins&&(J(xn,yn)==0))
        neg_pos = neg_pos+1;
        neg_list(neg_pos,:) = [xn yn g(xn,yn)]; J(xn,yn)=1;
    end
end
end

```

Рис. 6. Нахождение соседних пикселей

Метод наиболее эффективен при определении контура маленьких и простых структур, когда имеется точно определенный критерий остановки. Заданным критерием может быть четкая граница или же область с однородной интенсивностью.

Главная необходимость – выбор начальной точки для каждой сегментируемой области, что производится вручную.

После рассмотрения и изучения работы методов сегментации для демонстрации, какой метод значительно качественней и лучше сегментирует, был проведен дисперсионный анализ.

Если в результате выполнения дисперсионного анализа, средние значения случайной величины различаются несущественно, тогда согласно критерию Фишера, нулевая гипотеза о равенстве факторной и остаточной дисперсии невозможно отвергнуть. В результате проведения анализа исследуемых методов оценка факторной дисперсии больше остаточной дисперсии, что говорит о том, что нулевая гипотеза может быть отвергнута.

В результате дисперсионного анализа был вычислен $f_{набл}$:

$$f_{набл} = \frac{2309.64}{1866.37} = 1.24$$

Был взят уровень значимости $\alpha=0.025$.

Так как $f_{набл} > f_{кр}$, нулевая гипотеза H_0 о равенстве групповых средних отвергается, то есть имеется значимое различие.

Заключение

Результатом исследования является подбор оптимального метода для сегментации МРТ изображений, который подкреплён результатом дисперсионного анализа. Более качественным методом является метод наращивания регионов.

Список использованных источников

1. Статистика заболеваемости раком мозга в России [Электрон. ресурс] – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://russian.rt.com/russia/news/668870-rak-mozga-rossiya-statistika>.
2. R.M. Haralick and L.G. Sapiro. “Image Segmentation Techniques”. Computer Vision, Graphics and Image Processing, 29:100-132, 1985.
3. B.S. Morse. “Lecture Segmentation”. Brigham Young University, 2000.
4. D.L. Pham, C. Xu and J.L. Prince. “Current Methods in Medical Image Segmentation”. Annual Review of Biomedical Engineering, 2: 315-337, 2000.