

УДК 612

**ПРИМЕНЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО АЛГОРИТМА KRAB
ДЛЯ СЕГМЕНТАЦИИ МЕДИЦИНСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ**

Григоревский Е.С.¹, Настенко Е.А.^{1,2}

¹НТУУ «КПИ», Факультет биомедицинской инженерии

²Национальный институт сердечно-сосудистой хирургии им. Н.М.
Амосова Национальной академии медицинских наук Украины

UDC 612

**USAGE OF MODIFIED KRAB ALGORITHM FOR MEDICAL IMAGE
SEGMENTATION**

HRYHOREVSKYI Y.S.¹, Nastenko E.A.^{1,2}

¹National Technique University of Ukraine “Kyiv Polytechnic Institute”,
Faculty of Biomedical Engineering

²National M. Amosov Institute of Cardio-Vascular Surgery

В данной работе рассматривается специфика работы кластерного алгоритма KRAB, методы улучшения качества сегментации медицинского изображения данным алгоритмом и его способ автоматизации.

Ключевые слова: KRAB, кластеризация, сегментация, медицинские изображения, автоматизация.

This paper presents the specific work of clustering algorithm KRAB, improvement of the medical image segmentation with this algorithm and one of the ways for KRAB's automatization.

Key words: KRAB, clustering, segmentation, medical images, automatization.

Введение. В наше время компьютерные науки заняли важное место в медицинской диагностике, а именно в получении, визуализации, обработке и накоплению медицинских данных. Благодаря разнообразным алгоритмам и

техническим средствам врачи могут получать 2- та 3-D изображениями определенных органов или групп органов пациента [1].

При построении трехмерных моделей определенного органа главным заданием является точная сегментация объектов на медицинских снимках. Благодаря методам кластерного анализа [2] можно получить группы объектов со схожими характеристиками, в случае медицинского изображения – объекты, т.е. органы, пациента со снимков МРТ.

Цель и задачи исследования. Интересной задачей является автоматизация сегментация медицинского изображения с помощью алгоритма кластерного анализа KRAV.

Материалы и методы исследования. В качестве автоматического алгоритма кластерного анализа был выбран KRAV из-за его специфики работы, а именно: гибкости алгоритма и высокой скорости работы.

Данный алгоритм работает по принципу кратчайшего незамкнутого пути:

1. Выбор начального объекта.
2. Обнаружение наиболее близкого объекта по формуле Евклидоваго расстояния [3] (так же может использоваться любая другая формула расчета расстояния между двумя объектами).
3. Повторяем пункт 2 для новоприсоединенного объекта, пока не объединятся все объекты.
4. Выбрав определенное значение порога максимальной длинны ребра разделим полученную цепочку по расстояниям, большим пороговое значение.

Проанализировав работу данного алгоритма можно выделить следующее:

1. Преимущества:
 - кластеры произвольной формы;
 - имеет относительно высокую скорость работы.
2. Недостатки:
 - может не выделить кластеры, которые находятся рядом.

Проанализировав работу алгоритма KRAB и его недостатка можно предложить следующие методы повышения качества сегментации изображения:

1. Увеличение контраста соседних элементов кластера.
2. Введение весового коэффициента цвета в формулу расчета расстояния.
3. Применение фильтрации изображения с целью уменьшения влияния фонового шума на объекты снимка.
4. Выделение групп объектов, которые окружены фоном, в отдельные кластеры с целью повышение скорости работы алгоритма.

Для увеличения контраста соседних элементов кластера применим алгоритм сжатия гистограммы цвета:

1. Построим гистограмму изображения.
2. Нормализуем построенную гистограмму.
3. Выделим локальные максимумы и минимумы данной гистограммы.
4. На промежутках между двумя локальными минимума присвоим значениям всех цветов, включая правый локальный минимум, значение локального максимума на данном промежутке.

На формуле (1) показано как внедрим весовой коэффициент цвета в формулу расчета Евклидова расстояния:

$$distance_{p_i p_j} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2 + k * (c_i - c_j)^2} \quad (1)$$

где $p_i p_j$ – соседние объекты, x_i, y_i, c_i – координаты и цвет объекта p_i , k – весовой коэффициент цвета.

В этой работе используется значение $k = 5$. Данное число выбрано так, чтобы цвет вносил больший вклад в различие элементов, но так же чтобы и координаты имели вклад в характеристику объектов.

В качестве фильтрации применим простой пороговый алгоритм, который оставляет цвета выше выбранного порога.

В качестве выбора порога предложим эмпирическую формулу расчета порогового значения длины ребра для разделения на кластеры (формула (2)):

$$L_{max} = \frac{1}{n} \times \sum_{i=0}^{n-1} l_i \times \sqrt[m]{\prod_{i=0}^{m-1} f_i} \quad (2)$$

где l_i – длина i -го ребра группы кластеров, $l_i \in D, i = \overline{0, n-1}$;

f_i – i -та частота длин ребер группы кластеров $f_i \in F, i = \overline{0, m-1}$;

D – множество ребер группы кластеров;

F – множество частот длин расстояний группы кластеров.

Экспериментальные данные и их обработка. Для оценки результата работы автоматического алгоритма KRAB с предобработкой выберем медицинское изображение левого желудочка сердца, показанное на рис.1.

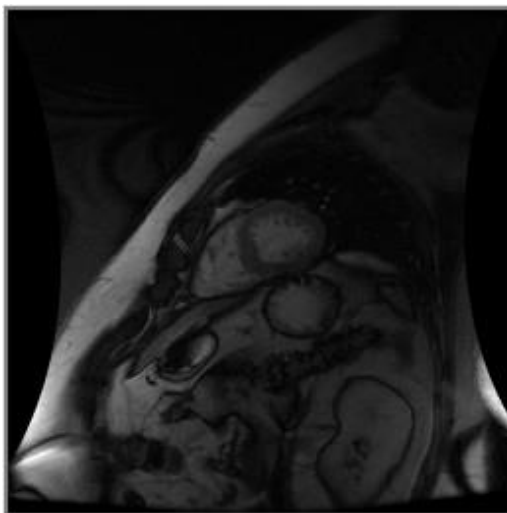
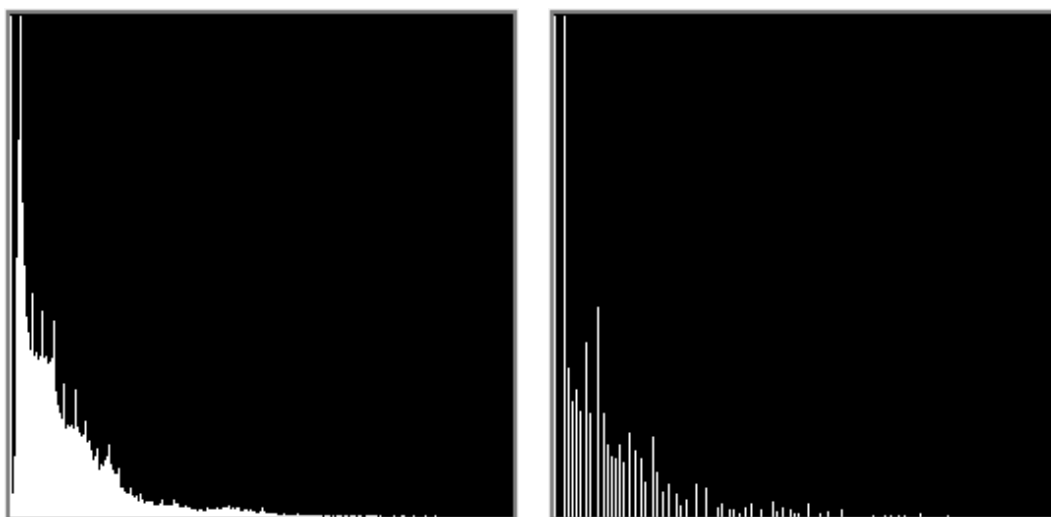


Рис.1 – Оригинальное медицинское изображение левого желудочка сердца

Применим алгоритм сжатия гистограммы цвета для данного изображения (рис. 2).



а)

б)

Рис. 2 – Гистограмма изображения:

а) гистограмма оригинального изображения;

б) модифицированная гистограмма изображения алгоритмом сжатия гистограммы цвета

Эмпирическим путем подобран порог для фильтрации, равный 40 (рис. 3).



Рис. 3 – Результат пороговой фильтрации

Выделим группы кластеров на рис. 3, окруженных фоном. Каждому кластеру присвоим свой уникальный цвет (рис. 4).



Рис. 4 – Выделенные группы кластеров на отфильтрованном изображении

На рис. 5 покажем работу автоматического алгоритма KRAV для выделенных групп объектов.

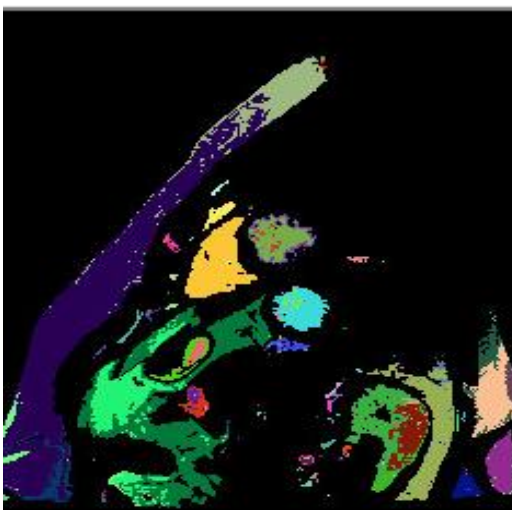


Рис. 5 – Результат работы автоматического алгоритма KRAV

Выводы.

Результат сегментации медицинского изображения с помощью автоматического алгоритма KRAV является приемлемым. Данная модификация алгоритма дает возможность выделение органов пациентов на изображениях любой сложности.

Для улучшения результатов работы данного алгоритма следует выбрать более сложную фильтрацию. Возможно, рассмотреть варианты применение алгоритмов эрозии и дилатации для улучшения разделение групп объектов на фильтрованном изображении и повышение скорости, качества сегментации.

Литература:

1. Pham, Dzung L.; Xu, Chenyang; Prince, Jerry L. "Current Methods in Medical Image Segmentation". Annual Review of Biomedical Engineering. – 2000.- Vol. 2. - P. 315–337.
2. Кластерный анализ – Режим доступа до ресурсу: <http://www.statsoft.ru/home/textbook/modules/stcluan.html>
3. А. Т. Опря Статистика. — Київ: Центр учбової літератури, 2012. — 448 с. с.

Григоревский Евгений Сергеевич

Украина, г. Киев, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», Факультет биомедицинской инженерии, Кафедра биомедицинской инженерии, бакалавр.

Научные интересы: обработка изображений, кластерный анализ, многопоточное программирование, сетевая безопасность.

E-mail: 4ges@ukr.net

Тел.: +38(093)58-270-27

Настенко Евгений Арнольдович

Доктор биологических наук; старший научный сотрудник, кандидат технических наук. Украина, г. Киев, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», Факультет биомедицинской инженерии, Кафедра биомедицинской кибернетики, заведующий кафедрой, профессор кафедры; Национальный институт сердечно-сосудистой хирургии им. Н.М. Амосова Национальной академии медицинских наук Украины, заведующий отделением информационных технологий и математического моделирования физиологических процессов.

Научные интересы: Науки о жизни (сердечно-сосудистая система, транспорт кислорода и др.), технологии Data Mining (кластерный анализ и

др.), методы нелинейной динамики, математическое моделирование (включая технологии клеточных автоматов), цифровая обработка биомедицинских данных (включая генные алгоритмы), исследование и моделирование физиологических систем (в частности - системы кровообращения человека).