

3. Григорьева И.В. Исследование эволюции пространственного газового пузыря в идеальной несжимаемой жидкости. Вестник Кемеровского государственного университета, Выпуск 4.– Кемерово, 2000, С. 123–128.

4. Емельянов Н.Ф.. Устройство, конструкция и элементы теории судна Учебное пособие. Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, 2002.-141.

5. Палагин А.Н. Усовершенствование системы выгрузки балластной воды на погружных морских

судах. - Одесса. Национальный университет «Одесская морская академия», 2019.-169.

6. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://boskalis.com/about-us/dockwise.html>

7. Устройство судов. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://seaspirit.ru/shipbuilding/ustrojstvo-sudna/konstrukciya-korpusa-morskix-sudov.html>

8. Электронный ресурс. Режим доступа: https://boskalis.com/media/3p4noap4/heavy_transport_vessel_triumph.pdf

ПРЕДИКТОР РАСПОЗНАВАНИЯ СЛОЖНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ПЛОСКОСТИ (НА ПРИМЕРЕ СНИМКОВ УЗИ)

Абдуллаева Г.Г.

*Институт Систем Управления Министерства Науки и Образования,
руководитель отдела Систем Интеллектуальной обработки информации*

Ализаде У.М.

*Институт Систем Управления Министерства Науки и Образования,
диссертант*

PREDICTOR OF RECOGNITION OF COMPLEX IMAGES ON THE PLANE (BY THE EXAMPLE OF ULTRASOUND IMAGES)

Abdullayeva G.,

*Institute of Management Systems of the Ministry of Science and Education,
Head of the Department of Intelligent Information Processing Systems*

Alizadeh U.

*Institute of Management Systems of the Ministry of Science and Education,
dissertation student*

Аннотация

В статье рассматривается один подход объективного оценивания ультразвукового исследования, для чего предлагается пакет прикладных программ, использующих современные информационные технологии, математические методы, методы искусственного интеллекта. Предлагается трехступенчатая модель медицинской диагностики и вводится понятие предиктора. Основная цель распознать замкнутые бессимптомные контуры на снимках УЗИ, организовать их мониторинг. Показано, что изменение одного из свойств предиктора говорит о наличии возможной динамики в этой области, которая может быть началом патологии.

Abstract

The paper deals with one approach to the objective assessment of an ultrasound examination, for which an application software suite using modern information technologies, mathematical methods, and artificial intelligence methods is proposed. A three-stage model of medical diagnostics is proposed and the concept of a predictor is introduced. The main aim of the study is to recognize closed asymptomatic contours in ultrasound images, to organize their monitoring. It is shown that a change in one of the properties of the predictor indicates the presence of possible dynamics in this area, which may be the onset of pathology.

Ключевые слова: распознавание образов, снимки УЗИ, бинарная морфология, предиктор, пакет прикладных программ, новообразование, замкнутые контуры.

Keywords: image recognition, ultrasound images, binary morphology, predictor, application software suite, neoplasm, closed contours.

Введение. Одним из сложнейших разделов искусственного интеллекта (ИИ) является распознавание образов. В последнее время появились интересные исследования в распознавании речи и рукописных текстов, отпечатков пальцев, интенсивно развивается биометрия, получены интересные результаты по распознаванию графических изображений и т.д. Когда говорят о сложностях распознава-

ния, имеют в виду как компьютерные, так и человеческие факторы. Во всех этих задачах образ распознаваемого объекта описывается набором информативных свойств – сам объект представляется как набор его составляющих, после чего для его распознавания требуется компьютерное обучение.

В медицине распознавание образов становится одним из главных атрибутов врача при постановке диагноза. Известно, что современная медицинская

аппаратура сегодня неотъемлемая часть в диагностике. Например, представить себе хирурга или онколога, ставящего диагноз при отсутствии рентгеновских снимков, кардиограмм, УЗИ, МРТ и т.д. просто невозможно. Так, исследование Стэнфордского университета (США), проведенное в 2016 году, выявило использование и перспективы искусственного интеллекта в ряде областей, включая текущее и будущее состояние здоровья и медицины. В дальнейшем использование искусственного интеллекта в медицине должно основываться на жалобах пациента, диагнозе и лечении. Врач участвует в процессе как куратор [1, с.78-93]. Наиболее общедоступным и менее безвредным среди аппаратуры считается УЗИ. Определение размеров объекта при ультразвуковом исследовании - один из важных показателей обследования. Есть нормы на размер разных органов. По этой причине биометрия важна для выявления врожденных и приобретенных изменений органов. На УЗИ выявляются следующие основные патологические процессы:

- воспалительные процессы;
- дегенеративно-дистрофические процессы;
- травматические повреждения;
- новообразования.

Все вопросы по работе с изображениями делятся на три класса [2, 130-132]:

- Проблемы с обработкой изображений;
- Проблемы анализа изображений;
- Проблемы синтеза изображений.

Проблемы для работы с изображениями относятся к одному из этих трех классов. Границы между анализом и обработкой изображений не ясны. В связи с этим авторы предлагают разделить эти проблемы на низкий, средний и высокий уровни [3, с.110-114]. Низкоуровневые процессы включают примитивные задачи (уменьшение шума, повышение контрастности и т. д.). На этом уровне процесс описывается как на входе, так и на выходе. К промежуточным вопросам относятся получение информации из описания, подбор объектов. Проблемы высокого уровня - это распознавание объектов по изображению. Необходимо разделить изображение на вопросы анализа и обработки. Эта последовательность может варьироваться в зависимости от проблемы.

Постановка задачи. Распознавание изображений снимков УЗИ почти во всех медицинских учреждениях все еще остается в ведении врача-узиста, то есть распознавание и идентификация объективно полученных изображений носят субъективный характер, что иногда приводит к неточностям, которые в свою очередь могут стать причиной ошибочного диагноза. Субъективность трактовки связана с живым человеком, то есть здесь могут присутствовать такие нежелательные факты как усталость, невнимательность, рассеянность, зрительный обман и т.д. [4, с.606-609]. Симптомы новообразований на УЗИ не столь специфичны, но имеют разный характер, например,

- по распределению: очаговые, диффузные (комбинированные узлы, границы которых невозможно полностью или точно определить);

- по структуре: однородные, неоднородные (цистоз, кальциноз, кариес и др.);

- по контуру: гладкие, инкапсулированные, слабо прорисованные с признаками инвазии, смешанные.

Более крупные новообразования отличаются по следующим, достаточно характерным признакам:

- местный или общий рост тела;
- контур тела не прямой;
- смещение внутренних конструкций;
- сужение сосудов.

Основываясь на клиническом опыте и вышеизложенном, обнаружение больших опухолей и новообразований при ультразвуковой диагностике практически не представляет сложности. Однако своевременное обнаружение небольших (малых) опухолей, важных для диагностики, и наблюдение за ними в течение определенного периода времени может предотвратить серьезные последствия в будущем. В этом отношении важна ультразвуковая диагностика как метод исследования для дифференциации небольших опухолей. Однако обнаружение мелких (до 2 мм) новообразований при ультразвуковом исследовании иногда может быть упущено из виду из-за субъективных факторов [5, с.23-30]. Чтобы учесть этот фактор, рекомендуется использовать информационные технологии и предоставить врачу дополнительные средства обследования. Минимальные размеры опухоли молочной железы, видимые УЗИ (при благоприятных условиях) составляют 4-5мм. Но даже при больших размерах опухолевый узел при выраженной железистой ткани не всегда виден. А минимальные размеры опухолей в почке, при которой ее удается визуализировать 10-15мм [6, с.194-198]. Авторы в [7, с.201-206] предлагают метод для определения злокачественной опухоли паренхимы почки, но отмечают низкую эффективность распознавания новообразований, величина которых менее 1,5см. Ультразвуковая компьютерная томография имеет большое значение в раннем выявлении рецидивов рака щитовидной железы, но минимальный размер новообразования составляет 3-4мм [8, с.87-97]. Можно привести еще целый ряд подобных примеров.

Анализ работ показал, что на снимках УЗИ внутренних органов распознаванию новообразований поддаются в общем случае величины 2-3мм и выше. На ранних стадиях, особенно онкологических заболеваний, очень важно иметь изначальную (стартующую) информацию. Но при столь малых величинах внутреннее поле новообразования даже может не поменять цвет с окружающим ее миром, что существенно затрудняет ее обнаружение.

В классической медицине принято понятие диагностики, подразумевающей наличие достаточного количества очевидных симптомов, и ранней диагностики, не всегда сопровождающейся доминантными симптомами. В статье ставится задача разработки одного вида диагностики, при которой отсутствуют сформировавшиеся симптомы, но ультразвуковое исследование указывает на наличие замкнутых или стремящихся к замыканию контуров

и малых новообразований, природа которых не очевидна. Для решения задачи требуется выбор технических средств и методов распознавания.

Решение. В работе исследования проводились на ультразвукограммах, полученных с аппаратов *Toshiba – NEMIO XG SSA-580A* и *Toshiba – SAL-38B*. Для методов распознавания предложен программный пакет:

- *"k-nearest neighbor"* - К-ближайший сосед;
- *Threshold* – граничный метод;
- *Canny edge deflection* – обнаружение границ;
- *Canny Non-Maximum Suppression* – максимальное сглаживание;

- *Gradient method* – градиентный метод;
- *Watershed* – метод водораздела;
- *Sobel method* – метод разделения границ;
- *Filtrasiya* – очистка от шумов, сглаживание и др.;
- *Binary morphology* – бинарная морфология;
- *Saussion blur* – очистка от шумов;
- *Grayscale image* – изображение в серых тонах.

Изображение, полученное с УЗ аппарата (рис.1), поступает на компьютер, где оно кластеризуется, после чего поэтапно выделяются границы, очищаются шумы, определяется яркость.



а) УЗИ почки б) УЗИ поджелудочной железы в) УЗИ желчного пузыря
Рис. 1. Примеры изображений, полученных с УЗИ

Для распознавания малых новообразований, замкнутых и стремящихся к замыканию контуров к отфильтрованному изображению применим метод бинарной морфологии. Математические морфологические операции были определены как операции над множествами, но они также могут быть полезны при обработке точек в двумерном пространстве. В математической морфологии множества – это объекты в описании. Набор всех пикселей фона двоичного изображения может дать его полный вид [9, с.122-126]. В математической морфологии начальное двоичное описание состоит из набора двоичных черно-белых точек (пикселей) и нулей и единиц. Бинарное описание принимается за первичные данные. Например, большинство черных пикселей в двоичном изображении (двоичное, состоящее только из 0 и 1) является одним из вариантов его морфологического описания [10, с.32-37].

Как уже упоминалось, язык теории множеств используется в математической морфологии. В качестве входных данных для аппарата математической морфологии существует два описания: обработанное и специализированное, в зависимости от типа операции и решаемой задачи. Такое специальное описание называется примитивным или структурным элементом и отображается в виде двоичного (геометрического) описания. Этот элемент меньше обрабатываемого изображения и может иметь любую структуру и размер. Описание любой формы участка можно рассматривать как структурный элемент. Конечно, фигура может быть любой, но она должна отображаться как двоичное изображение заданного размера. Используются преимуще-

ственно симметричные элементы. Пакеты обработки изображений имеют специальные имена для общих структурных элементов: *BOX [H, W]* – прямоугольник заданного размера, *DISK [R]* – диск заданного размера, *RING [R]* – кольцо заданного размера.

Структурный элемент выбран в виде *BOX[3,3]*. Над изображением производятся базовые операции бинарной морфологии. Анализ большинства методов показал, что не существует унифицированный метод распознавания сложных изображений. Например, в [11, с.7-13] было создано искусственное изображение очага патологии для распознавания ортопедических рентгеновских изображений в оттенках серого и на нем были выполнены необходимые операции. В [12, с.288-294] предложены методы декомпозиции для обеспечения распознавания изображений путем построения графиков повторяемости сложных цветных узоров в зависимости от пикселей на плоскости. Ни один из этих методов не подходит для нашей задачи, поскольку составное изображение в [11] дает эскиз поврежденной кости, а размеры в [12] не нужны, поскольку распознавание образов производится после соответствующего масштабирования последних. Наша же цель – определить контур и найти его максимально правильные размеры. Например, могут быть очень мелкие (до 2 мм) узелки, которые не приводят к большому разрастанию щитовидной железы, но они также могут быть начальной стадией будущих опухолей. В работе изображение переносится на координатную плоскость как новое изображение, точно соблюдая размеры исходного. Следовательно проводятся операции наращивания

и эрозии, этот процесс носит итерационный характер.

Для медицины очень важным является процесс ранней диагностики, где присутствует неполнота информации, размытость границ симптомов и т.д. Применением нашего пакета программ мы хотим сделать еще один шаг вперед, то есть найти те малые новообразования и бессимптомные, замкнутые

контуры на снимках УЗИ, природа которых практически непонятна. Благодаря бинарной морфологии мы получаем все координаты этого изображения. Но как и что можно о нем сказать? Для этого мы вводим понятие предиктора и наделяем его следующими характеристиками:

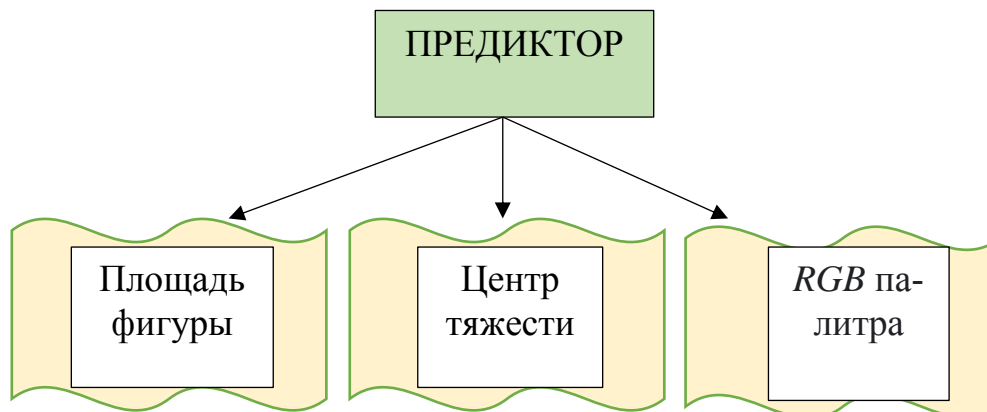


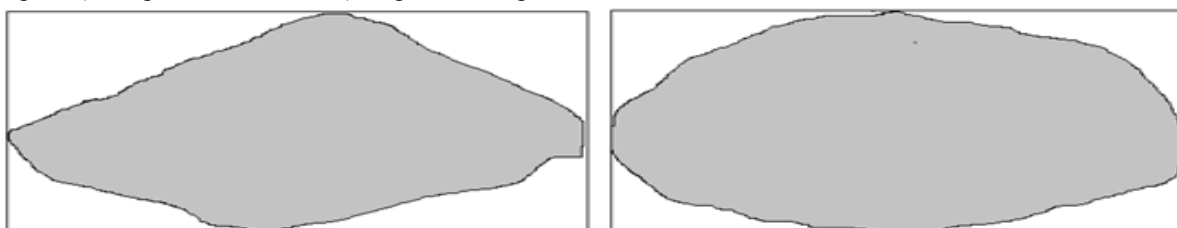
Рис. 2. Определение предиктора

- Площадь фигуры;
- Центр тяжести фигуры;
- Цветовая палитра фигуры.

Эти характеристики вполне объективны и вычисляемы, так, площадь криволинейной фигуры вычисляется по известным формулам, а для определения координат центра тяжести фигуры представим ее как систему материальных точек $A_i(x_i, y_i)$ с массами M_i [13, с.25-27]. Серая шкала используется для преобразования изображения в цветовую модель с градациями серого [14, с.37-50]. Серый цвет расположен по диагонали в цветовом кубе модели RGB, и каждый из его компонентов получает одинаковое значение, равное оттенку серого. Обычная серая шкала в компьютерной визуализации использует один байт (8 бит) информации на пиксель изображения. Эта шкала показывает 256 оттенков серого (0 - черный, 255 - белый). «Градация серого»

показывают только черный, белый и все оттенки серого между ними.

Считаем, что изменение площади – это подсказка о динамике развития какого-то процесса, изменение центра тяжести – это изменение плотности тела внутри исследуемого участка, изменение пикселей RGB явно указывает на изменение массы на данном участке. Например, на рис.3 приведен случай, когда размер площади на снимке УЗИ не изменен. Новообразование, не покинув границы своего местоположения, в течении трех месяцев изменилось в размерах. Дифференцированный подход к исследованию подобных ситуаций уже говорит о динамике происходящего в данном квадрате. В этих случаях система дает рекомендацию для организации мониторинга. Естественно, что частота мониторинга находится в ведении врача.



а) $d=axb, S=S_1$ б) $d=axb, S=S_2 S_1<S_2$
Рис. 3. Определение новообразования

Все вышеизложенное последовательно реализуется в разработанной интеллектуально-информационной системе. На основе вышеизложенных концепций разработана архитектура системы, которая представлена на рис.4.

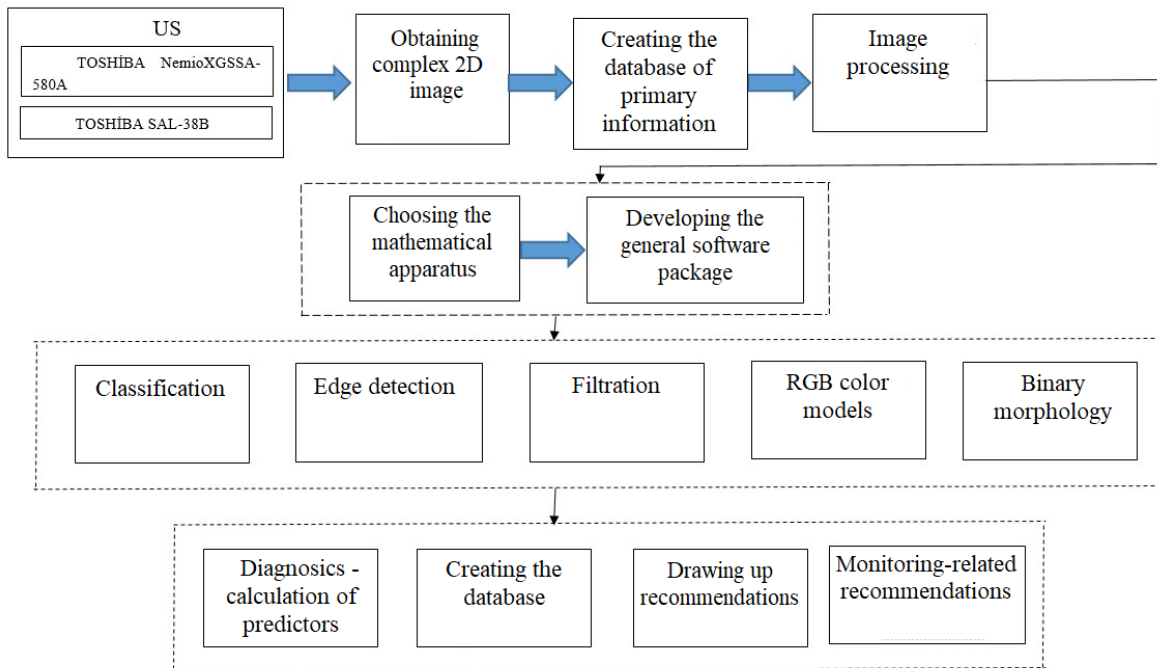


Рис. 4. Архитектура интеллектуально-информационной системы

Рабочие окна системы приведены ниже на рис.5.

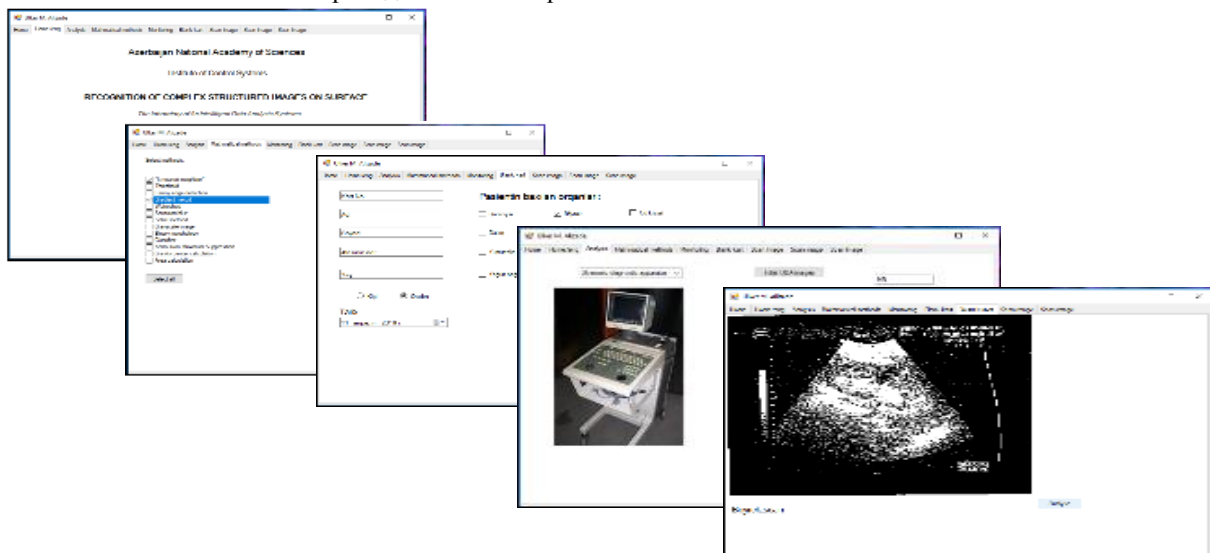


Рис. 5. Фрагменты работы

Эксперименты проводились на основании 138 снимков УЗИ. С практической точки зрения анализ изображений УЗИ и получение результата состоит из определенных последовательных шагов. Новобразования, обнаруженные методами фильтрации,

выделением границ, удалением шума, бинарной морфологии, RGB моделями превращаются в замкнутые контуры. Фрагмент одной обработки изображения представлен на рис.6

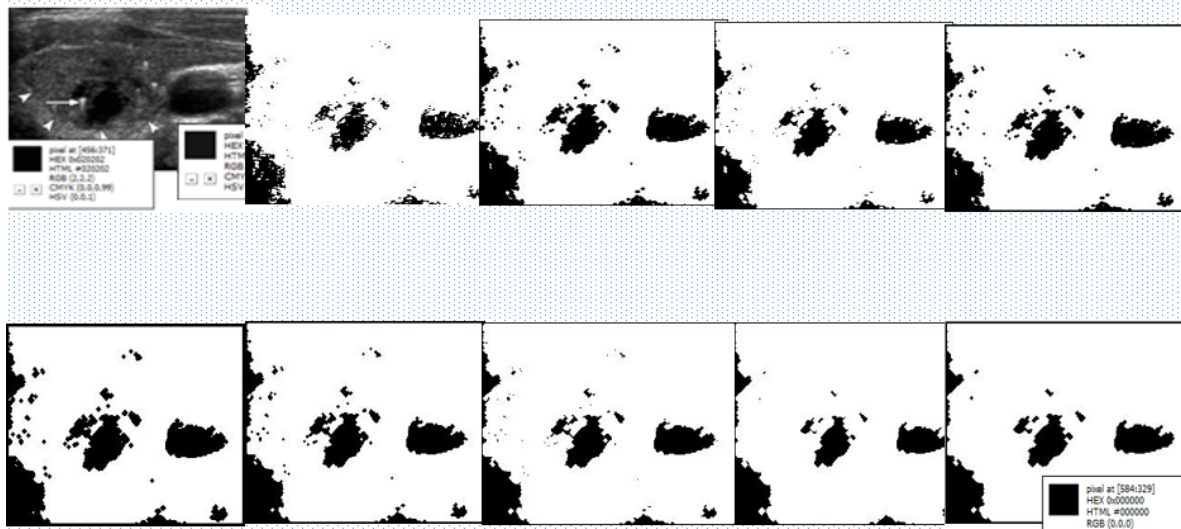


Рис.6. Фрагмент обработки снимка поджелудочной железы

Основное различие между подходом, который мы представили в этой статье, и другими аналогичными исследованиями заключается в том, что мы предлагаем концепцию бессимптомного раннего диагноза, для чего ввели понятие индикатора и его характеристики: точное вычисление площади, заключенной в криволинейный замкнутый контур; вычисление центра тяжести полученной фигуры; регистрация изменения цвета внутри контура в модели RGB. Эти характеристики объективны и далеки от субъективной оценки. На основании этой оценки врач устанавливает необходимость мониторинга и определяет его частоту. Изменение одной из характеристик может быть предвестником динамического процесса какой-то патологии. Система представляет собой инструмент, позволяющий отслеживать процесс формирования новообразований и стадии их развития. Новые характеристики могут быть полезны ученым, проводящим научные исследования на биомолекулярном уровне, чтобы сделать их исследования более точными и надежными.

Выводы. Исследованы этапы диагностики с помощью ультразвукового исследования и предложена трехступенчатая модель распознавания. Введено понятие индикатора, дано его определение и вычисляемые характеристики.

Предложен программный комплекс для распознавания замкнутых контуров на сложных изображениях. Рассчитывается площадь внутри криволинейного контура, определяется цветовая палитра и центр тяжести замкнутой фигуры. Расчет площади более точен, поскольку он рассчитывается по формуле площади, замкнутой криволинейным контуром. Параметры внутреннего цвета замкнутого контура позволяют фиксировать изменения, происходящие за определенный период времени, и регистрируются как одна из информативных характеристик изображения. Создана интеллектуально-информационная система ранней диагностики новообразований и разработано программное обеспечение.

Работоспособность системы проверена непосредственно на ультразвуковых изображениях (исследовано 138 случаев) с результатом 98,8% на этапе диагностики, 92,03% на этапе ранней диагностики; На самом раннем бессимптомном этапе диагностики в 2018 г. зафиксировано 2 случая замкнутых контуров, для которых определена частота мониторинга. Новые характеристики могут быть полезны ученым, которые проводят научные исследования на биомолекулярном уровне, чтобы сделать свои исследования более точными и надежными.

Список литературы

1. Гусев А.В. Искусственный интеллект в медицине и здравоохранении / С.Л. Добридюк // Информационное общество. - 2017, вып. 4-5, - с. 78-93.
2. Крупский А.С., Немеров А.А., Кулбаев С.С. Классификация задач по работе с изображениями. фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты // Сборник материалов XVI Международной научно-практической конференции г. - Новосибирск, - 30 декабря 2014 г., - С.130-132.
3. Гонсалес Р.С. Цифровая обработка изображений / Р. Вудс – Издание 3-е, исправленное и дополненное. Москва: Техносфера, - 2012. – с.1104.
4. Skouroliaiou C., Lyra M., Antoniou A., Vlahos I. Quantative image analysis in sonograms of the throid gland. Nuclear Instruments and Methods in Physics research A Vol.569(2006), 606-609 pp.
5. Насонова А.А. Методы повышения качества размытых изображений с помощью деформации пиксельной сетки окрестностей границ / Дисс. На соискание ученой степени кандидата физико-математических наук / - Москва, 2015, - 90 с.
6. Клименкова, Н. Ю. Методы извлечения и представления знаний для задач медицинской диагностики на основе медицинских снимков. Сборник работ 70-ой научной конференции студентов и аспирантов Белорусского государственного университета, 15–18 мая 2013 г., Минск: В 3 ч. Ч. 1 / Белорус. гос. ун-т. - С. 194-198

7. Кирсанов М. Н. Модификация и анализ фильтров выделения контуров изображений. Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова, Выпуск 5(33), 2015, С.201-206

8. Огнев И.В., Сидорова Н.А. Обработка изображений методами математической морфологии в ассоциативной осцилляторной среде. Технические науки. Информатика и вычислительная техника, № 4, 2007, С.87-97

9. Афонасенко А.В. Быстрые морфологические преобразования для задач коррекции и преобразования бинарных изображений // Известия Томского политехнического университета, - 2006, Т. 309, No 8, - С.122-126.

10. Яне Б. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера, 2007. 584 с.

11. Abdullayeva G.G. Intelligent system of optimization of choice of sort of operating interference / Ch.A. Ali-zadeh, Z.A. Hajiyev // SPIE, Medical Imaging, California, USA, 2004. <http://www.spie.org/vol.5371>. 7.

12. Abdullayeva G.G. Recognition and identification of Plane Color Images in the Case of Carpet Designs / A.K. Kazim-Zada // Automatic Control and Computer sciences. Allerton Press, Inc/ Division of Pl.Publ.

13. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Т3, М.: Физматлит, 2005, 728с.

14. Ляхов П. А. Применение сглаживающих фильтров для очистки от шума изображений в оттенках серого / М.В. Валуева // «Наука. инновации. технологии», Северо-Кавказский федеральный университет, - 2015, № 3, - С.37-50.

АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ХОЛОДИЛЬНИХ МАСТИЛ ТА МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СИСТЕМ ЗМАЩУВАННЯ СУДНОВИХ ХОЛОДИЛЬНИХ КОМПРЕСОРИВ

Єсєв А.І.

Дунайський інститут Національного університету "Одеська морська академія", старший преподаватель кафедри судових енергетических установок и систем

ANALYSIS OF THE USE OF REFRIGERATION LUBRICANT OILS AND METHODS TO INCREASE THE EFFICIENCY OPERATION OF MARINE REFRIGERATION COMPRESSORS LUBRICATION SYSTEMS

Yesyev A.

Danube Institute of the National University "Odessa Maritime Academy", Senior Lecturer of the Department of Ship Power Plants and Systems

Анотація

У статті розглянуто призначення, властивості та аналіз використання мастил, що застосовуються в компресорах судових холодильних установок. Розглянуто основні характеристики мастил. Наведено методи підвищення ефективності роботи систем змащування. Надано рекомендації з практичної експлуатації.

Abstract

The purpose, properties and analysis of the use of lubricants used in ship refrigeration compressors are considered in the article. The main characteristics of lubricants are also considered. Methods of increasing the efficiency of lubrication systems are given. Recommendations for practical operation are provided.

Ключові слова: холодильне мастило, система змащування, циркуляція, повернення мастила, масло-віддільник, картер.

Keywords: refrigeration oil, lubrication system, circulation, oil return, oil separator, crankcase.

Основною функцією холодильного мастила є зниження тертя між механічними деталями, що рухаються і знаходяться в контакті, такими як:

- підшипники кочення і ковзання більшості типів компресорів (поршневих, гвинтових, спіральних);

- кільця та гільзи поршневих компресорів;

- клапани більшості компресорів;

- гвинти гвинтових компресорів, а також зубчасті зачеплення їх синхронізаторів.

До цієї основної функції мастила додається ще одна подвійна функція:

- підвищення герметичності органів стиснення;

- сприяння охолодженню компресора.

У разі гвинтових компресорів функція охолодження є однією з основних, оскільки в них мастило, змішане з парами, що нагнітаються, дозволяє знизити температуру останніх.

Холодильні мастила підрозділяються на дві великі категорії:

• мінеральні мастила, вироблені хімічним способом через вилучення з сирової нафти в результаті крекінг-процесу;