

Андрианов Д.Е., Ковалев Ю.А.

Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» 602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23

Алгоритмы обработки и анализа данных nD объектов в ГИС

Сегодня в геоинформационных системах все больше используются векторные модели данных, которые используют значительно меньше памяти на дисках и имеют более высокую скорость обработки. Но чем больше слоев и масштабов у данных карт, тем медленнее происходит их обработка. Также долгая обработка карт связана с тем, что она происходит по геометрическим характеристикам объектов.

Актуальность темы состоит в возможности отслеживания изменений объектов на векторных картах с использованием методов компьютерной топологии. Для этого необходимо повышение скорости работы алгоритмов обработки и анализа пространственной информации за счёт внедрения новых методов идентификации и дальнейшего построения объектов на основе полученной информации.

В ходе работы были разработаны следующие алгоритмы:

1. Алгоритм кодирования nD пространственных объектов в ГИС.

Он предназначен для создания эффективных структур данных, которые позволят хранить и обрабатывать пространственные сцены в n-мерном пространстве. Основой для представления nD-геообъектов являются n-мерные симплексы. На их основе строится сжатое дерево симплексов, которое позволит создать структуру хранения данных [1].

2. Алгоритм поиска различий у пространственных объектов, изменяемых во времени, на основе Баркода.

Он позволит отображать видоизменение пространственных объектов во времени, отслеживать изменения и прогнозировать их дальнейшее построение. Также алгоритм позволяет устанавливать временные трудозатраты для построения объектов в дальнейшей перспективе. Результатом работы алгоритма является построение первоначального объекта до его видоизмененного состояния на основе разности их Баркодов [2].

3. Алгоритм идентификации временных эволюций пространственно-распределенных объектов на основе Баркодов.

Основу алгоритма составляют методы компьютерной топологии с использованием комплекса Чеха. Он позволит обращаться к одним и тем же объектам при их изменении в разные временные промежутки, а также при обращении к ним на разных масштабах. Алгоритм подробно описывает все случаи расположения линий Баркодов относительно друг друга [3].

4. Алгоритм построения трехмерных Баркодов для представления nD пространственных объектов в ГИС.

Результатом работы алгоритма являются 3D Баркоды пространственных объектов. В отличие от 2D Баркода данный алгоритм учитывает дополнительную характеристику – время. Это позволяет отслеживать изменения nD пространственных объектов с течением лет.

Алгоритмы могут использоваться в сфере управления объектами недвижимости. Они позволят вычислять трудозатраты для построения новых районов, отслеживания видоизменения зданий во времени и планирования их постройки.

Литература

1. Ковалев Ю. А., Еремеев С. В., Купцов К. В., Андрианов Д. Е. Алгоритм кодирования nD пространственных объектов в ГИС // Сборник трудов ИТНТ-2018. Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева. 2018. С. 800-802.

2. Ковалев Ю. А., Еремеев С. В., Андрианов Д. Е. Алгоритм поиска различий у пространственных объектов, изменяемых во времени, на основе Баркода // Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям. 2018. Т. 1. С. 481-483.

3. Ковалев Ю. А., Еремеев С. В., Андрианов Д. Е. Алгоритм идентификации временных эволюций пространственно-распределенных объектов на основе Баркодов. // Геоинформатика. 2018. №4. С. 23-29.

Астафьев А.В., Шардин Т.О.

Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
 602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
 E-mail: Alexandr.Astafiev@mail.ru

Разработка алгоритмов генерации и идентификации мультикодовых маркировок

В процессе автоматизации возникают такие случаи, когда организовать автоматический контроль с помощью стационарно расположенных сенсоров невозможно, так как существуют участки, на которых движение продукции не подлежит формализации. К таким участкам относятся в основном места складирования продукции, где ее перемещение осуществляется средствами малой механизации, такими как краны, погрузчики, штабелеры и прочее. В таком случае возникает проблема размещения сенсора, относительно перемещаемого изделия и проблема поворота изделия маркировкой в сторону считывателя. Для решения этих проблем предлагается использовать избыточную, мультикодовую маркировку.

Подход мультикодовой маркировки заключается в маркировании изделия взаимосвязанными между собой идентификаторами с нескольких сторон таким образом, чтобы при любом расположении продукции относительно сенсора, в его поле зрения всегда попадала хотя бы одна из них.

Использование мультикодовой маркировки приводит к избыточности относительно обычного штрих-кода [1-2]. Однако если посмотреть на проблему с другой стороны и использовать для маркировки изделий набор разных, но взаимосвязанных идентификаторов можно организовывать дополнительный контроль движения и предотвращение ряда внештатных ситуаций, связанных с преднамеренным изменением.

На основе этого были разработаны 2 алгоритма:

- алгоритм генерации мультикодовых маркировок;
- алгоритм идентификации мультикодовых маркировок.

На рисунке 1 показан результат реализации алгоритма генерации мультикодовых идентификаторов:

Генерация номеров		Результат генерации				
Длина номера:	<input type="text" value="5"/>	Номер	CRC	Контрольное число	Номер партии	Сформированный номер
Количество номеров для генерации:	<input type="text" value="5"/>	69304	113	2	1542649280	69304-113-2-1542649280
<input type="button" value="Генерация номеров"/>		23940	19	6	1542649280	23940-19-6-1542649280
		40527	224	6	1542649280	40527-224-6-1542649280
		36280	105	0	1542649280	36280-105-0-1542649280
		29522	133	0	1542649280	29522-133-0-1542649280
Время генерации составило: 0.016668796539307 секунд						

Рисунок 1 – Результат работы алгоритма генерации мультикодовых идентификаторов

В результате генерации в зависимости от указанных входных параметров алгоритм генерирует связанные между собой уникальные маркировки, структура которых представлена на рисунке 2:



Рисунок 2 – Структура номера

После того, как в зону считывающего устройства попала какая-либо из маркировок, происходит ее непосредственное распознавание и идентификация по реализованному алгоритму. Так как числовая последовательность связана между собой и имеет определенную структуру, то алгоритм делит данную последовательность на блоки и проверяет каждый из них. В случае если один из блоков имеет другое значение, то считается, что общая маркировка нарушена или вовсе не существует. В случае если все верно, то указанный номер выводится, и показываются его связанные маркировки (рисунок 3).

Распознано: 482-162-6-34675398

Идентифицированный номер существует

Информация о номере:

Номер: 482

CRC: 162

Контрольная сумма: 6

Номер партии изделия: 34675398

Рисунок 3 – Результат работы алгоритма идентификации мультикодовых маркировок

По результатам, представленным выше, можно сделать вывод о том, что реализация и применение данных алгоритмов способствует увеличению результата распознавания, тем самым предотвращая возможные нештатные ситуации, связанные с умышленным или преднамеренным изменением маркировки изделия, используя в основе генерации числовых последовательностей подход мультикодового кодирования.

Литература

1. Орлов А.А. Разработка и внедрение алгоритма локализации символьной маркировки трубной продукции на основе последовательного двумерного поиска усредненного максимума / А. А. Орлов, А. В. Астафьев, Д. Г. Провоторов // Вестник ЧГУ. - 2015. - №6. - С. 34-37. ISSN 1994-0637.
2. Алпатов, Б. А. Методы автоматического обнаружения и сопровождения объектов. Обработка изображений и управление [Текст] / Б. А. Алпатов, П. В. Бабаян, О. Е. Балашов, А. И. Степашкин. – М.: Радиотехника, 2008. – 176 с.

Канунова Е.Е.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: kanunovae@list.ru*

Идентификация микрокальцинов на маммографических снимках

Протоковый рак – это самая распространенная форма неинвазивного рака груди. Одним из признаков протокового рака 0-ой и 1-ой стадий является наличие микрокальцинов в протоках и в других областях молочной железы. Наиболее распространенным признаком протоковой карциномы (рака 0-ой и 1-ой стадий) является наличие мелких микрокальцинов кластерной или плеоморфной формы. Тип распределения микрокальцинов – линейный, подобно ходу протоковой системы [1]. Потому, одной из важных задач предварительной обработки изображений является задача идентификации микрокальцинов для целей их дальнейшего анализа.

Сегментация микрокальцинов преследует две цели. Одна из них – локализация характерных участков для оказания помощи врачу при диагностике, другая классификация грудной аномалии на доброкачественную или злокачественную.

В докладе рассматриваются алгоритмы локализации и сегментации микрокальцинов, а также предварительной обработки маммографических снимков, такие как повышение контраста и резкости [2].

Так как, цель сегментации – анализ типа распределения микрокальцинов, то изображение подвергается сегментации методом равномерного разбиения гистограммы с переменным порогом[3].

Здесь, пороговое значение для точки изображения задается как среднеарифметическое значение яркости в выбранной области, умноженное на подбираемый коэффициент. В результате получаем бинарное изображение, содержащее распределение микрокальцинов и пригодное для дальнейшей обработки и анализа.

Локализация выполняется, чтобы узнать характерные точки микрокальцинов в изображениях. Для локализации микрокальцинов округлой формы применяется модифицированный алгоритм поиска и удаления мелких пятен на изображениях [4].

Приводятся результаты исследований. Формулируются выводы и озвучиваются перспективы развития алгоритмов идентификации микрокальцинов на маммографических снимках.

Литература

1. Кальциновы // URL: https://www.xrayprotocol.com/kalci_naty (дата обращения: 10.01.2019)
2. Канунова Е.Е., Модина И.В. Алгоритмы восстановления лобоконтратных изображений архивных текстовых документов // Алгоритмы, методы и системы обработки данных. 2004. №9. С.45-55
3. Садыков С.С., Канунова Е.Е. Алгоритмы пороговой сегментации для устранения дефектов на изображениях архивных документов // Алгоритмы, методы и системы обработки данных. 2004. №9-1. С.56-61
4. Канунова Е.Е. Методы и алгоритмы реставрации изображений архивных текстовых документов: монография/ Е.Е. Канунова, А.А. Орлов, С.С.Садыков. – М.: Мир, 2006, 135 с.

Купцов К.В., Еремеев С.В.

*Муromский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: kirill-kuptsov@rambler.ru, sv-eremeev@yandex.ru*

Поиск пространственных данных на разнородных картах на основе топологических характеристик и методов алгебраической топологии

В настоящее время актуален подход к решению задачи обработки и анализа геоинформации на основе методов алгебраической топологии [1]. Одним из достоинств этого подхода является инвариантность к аффинным и топологическим преобразованиям.

На практике актуальна задача поиска пространственного объекта на карте и сопоставления карт. В качестве исходных данных вводятся два изображения, содержащие пространственные объекты. В качестве классификатора используется баркод [2, 3].

Определение 1. Баркод B представляет собой штрих-код, каждый штрих b_i которого показывает время существования дыры с момента появления на радиусе r_i до момента исчезновения r_{i+1} на радиусе r_j ($j > i$). При этом справедливо, что $l = r_j - r_i$.



а б
Рисунок 1 – (а) объект; (б) баркод объекта.

Произведя предварительную обработку входных изображений и применяя предлагаемые методы можно получить баркоды изображений, а также баркоды каждого отдельного объекта. Т.е., можно установить соответствие между каждым из объектов, представленных на исходных картах, или вычислить отличия объектов, которые будем называть дельтакодом.

Определение 2. Дельтакод Δ представляет собой разность между баркодами объектов и позволяет определить разницу между объектами на карте. Чем меньше Δ , тем более схожи объекты между собой. Если $\Delta=0$, то объекты идентичны друг другу или это один и тот же объект, т.е.:

$$\Delta = B_1 - B_2,$$

где B_1, B_2 – баркоды объектов;

Δ – дельтакод.

Практическое применение этого подхода заключается в том, что имея эти входные данные можно найти недостающий или «лишний» объект на второй карте, что приведет к обновлению

одной из карт до актуального состояния и к проверке законности возникновения/исчезновения объекта.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и администрации Владимирской области в рамках научного проекта № 17-47-330387.

Литература

[1] Edelsbrunner H., Harer J.L. Computational Topology. An Introduction // Amer. Math. Soc., Providence, Rhode Island. – 2010.

[2] Ereemeev S.V., Kuptsov K.V., Kovalev Y.A. A research of classification algorithm of spatial information on the basis of methods of persistent homology and random forest // 2018, CEUR Workshop Proceedings 2212, P. 165-171.

[3] Ereemeev S., Kuptsov K., Romanov S. An approach to establishing the correspondence of spatial objects on heterogeneous maps based on methods of computational topology // Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics). – 2018 – Vol. 10716 LNCS – P. 172-182.

Подгорнова Ю.А.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23*

Выделение маркеров злокачественных областей на маммограммах

По данным GLOBOCAN 2018, IARC (Международного Агентства по Исследованию Рака) Россия в 2018 году занимает 5-е место в мире по числу смертей онкологических больных. Согласно отчету Международного агентства по изучению рака при ВОЗ (IARC), в 2017 году во всем мире зафиксировано примерно 18,1 млн новых случаев заболевания раком. Диагноз "рак" поставлен каждому пятому мужчине и каждой шестой женщине в мире. В 2017 году, по оценкам IARC, от рака умерли примерно 9,6 млн человек. Эта болезнь - причина смерти каждого восьмого мужчины и каждой одиннадцатой женщины. Большая часть смертей вызвана раком легких, кишечника, желудка, печени и груди [1].

Единственным методом диагностики рака груди является маммография – неинвазивный рентгенологический метод исследования [2]. В большинстве регионов России этот вид исследования в медицинских учреждениях выполняется на устаревших маммографических комплексах, зачастую аналоговых. Анализ снимков выполняет врач-рентгенолог на основе своего опыта, однако выявить злокачественную опухоль на ранней стадии без использования компьютерной техники довольно сложно, а в некоторых случаях, например при заболеваемости мастопатией, невозможно. Современные зарубежные маммографические комплексы стоят слишком дорого для российских медучреждений. Российского медицинского программного обеспечения для обработки маммограмм до сих пор не разработано [3].

Следует отметить, что в Китае, Индии и России в силу неразвитости ранней диагностики, выявление раковых заболеваний зачастую происходит слишком поздно, только в 3-й и 4-й стадии, либо больные умирают без постановки онкологического диагноза. Это приводит к занижению данных по заболеваемости раком (т.е. числу поставленных диагнозов) по сравнению с развитыми странами, где доля выявленных больных в населении существенно выше.

Таким образом, диагностика заболеваний молочной железы на ранней стадии является приоритетным направлением в современной медицине – в силу высокой частоты заболеваний и тяжести их последствий при несвоевременном лечении.

Маркерами рака молочной железы на маммограммах считается наличие скоплений микрокальцинатов.

Микрокальцинаты [4] различаются по локализации, размеру, форме, скопленности, количеству. Для оценки всех указанных параметров необходимо их найти и выделить на маммографическом снимке.

В докладе представлен обзор применения существующих алгоритмов сегментации для выделения солей кальция на маммографических снимках. Для сравнения методов сегментации были использованы критерии, основанные на оценке экспертом (на основе визуального анализа) качества подавления фона и выделения объектов в виде связных областей.

Путем экспериментальных исследований обнаружено, что метод водоразделов [5] некорректно сегментирует границы объектов и не является приемлемым при решении поставленной задачи.

Наилучший результат сегментации был получен с помощью алгоритма FloodFill [6], заключающегося в выделении однородных по цвету областей. В ходе экспериментов установлено, что для повышения качества сегментации маммограмм целесообразно проводить предварительную обработку снимков, которая обеспечивает уменьшение количества анализируемых областей за счет объединения сегментов и удаления несущественных фрагментов с точки зрения рассматриваемой задачи. Использование тех же самых алгоритмов сегментации после обработки снимков показало, что алгоритмы MeanShift [7] и K-средних [8]

способны выделять микрокальцинаты только на снимках без новообразований на фоне жировой инволюции.

Необходимо отметить, что требуются дальнейшие исследования, направленные на усовершенствование методов тематической сегментации, учитывающих пространственные свойства областей и обеспечивающих наилучший компромисс между недостаточной и чрезмерной сегментацией.

Полученные результаты позволяют наметить перспективы использования алгоритмов сегментации при построении автоматических систем обнаружения онкологических заболеваний на ранней стадии.

Литература

1. Global Cancer Statistics 2018: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. Bray F, et al. CA: A Cancer Journal for Clinicians 2018;0:1-31 //URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.3322/caac.21492> (дата обращения: 12.12.2018)
2. Захарова Е.А., Буланова Ю.А. Математическая модель заболеваемости раком молочной железы // Забайкальский медицинский вестник. - 2015. - № 1. С. 134-142.
3. Садыков С.С., Буланова Ю.А., Захарова Е.А. Компьютерная диагностика новообразований на маммографических снимках // Компьютерная оптика. - 2014. - т.38, №1. - С. 131-138. - ISSN 0134-2452
4. Eddaoudi F., Regragui F. Microcalcifications detection in mammographic images using texture coding// Applied Mathematical Sciences. - 2011.- Vol. 5, No. 8. -P. 381–393.
5. Панченко Д.С., Путятин Е.П. Сравнительный анализ методов сегментации изображений // Радиоэлектроника и информатика. – 1999. - №4. – С. 109 – 114.
6. Садыков С.С., Буланова Ю.А., Захарова Е.А., Яшков В.С. Исследование маркерного водораздела для выделения области рака молочной железы // Алгоритмы, методы и системы обработки данных. – 2013. - №1. – С. 56-64.
7. Степанов В.Н. Оптимизация алгоритмов сегментации с применением методов параллельных вычислений для систем анализа изображений // Цифровая обработка сигналов. – 2016. - №3. – С. 75-78.
8. Comaniciu D., Ramesh V., Meer P. Real-Time Tracking of Non-Rigid Objects Using Mean Shift // Conference on CVPR. – 2000.- Vol. 2. - P. 1-8.