

Система обработки изображения, поиска и идентификации объектов на данных гидролокаторов

Марченко А.Л.

BalticPetroModel

2016

Московский государственный университет
имени М.В.Ломоносова

Геологический факультет

V Балтийская школа-семинар
Петрофизическое моделирование осадочных пород

11-15 сентября 2016 года
г. Петергоф

Постановка задачи

Разработка системы для поиска и идентификации объектов акустического изображения, формируемого гидролокатором.

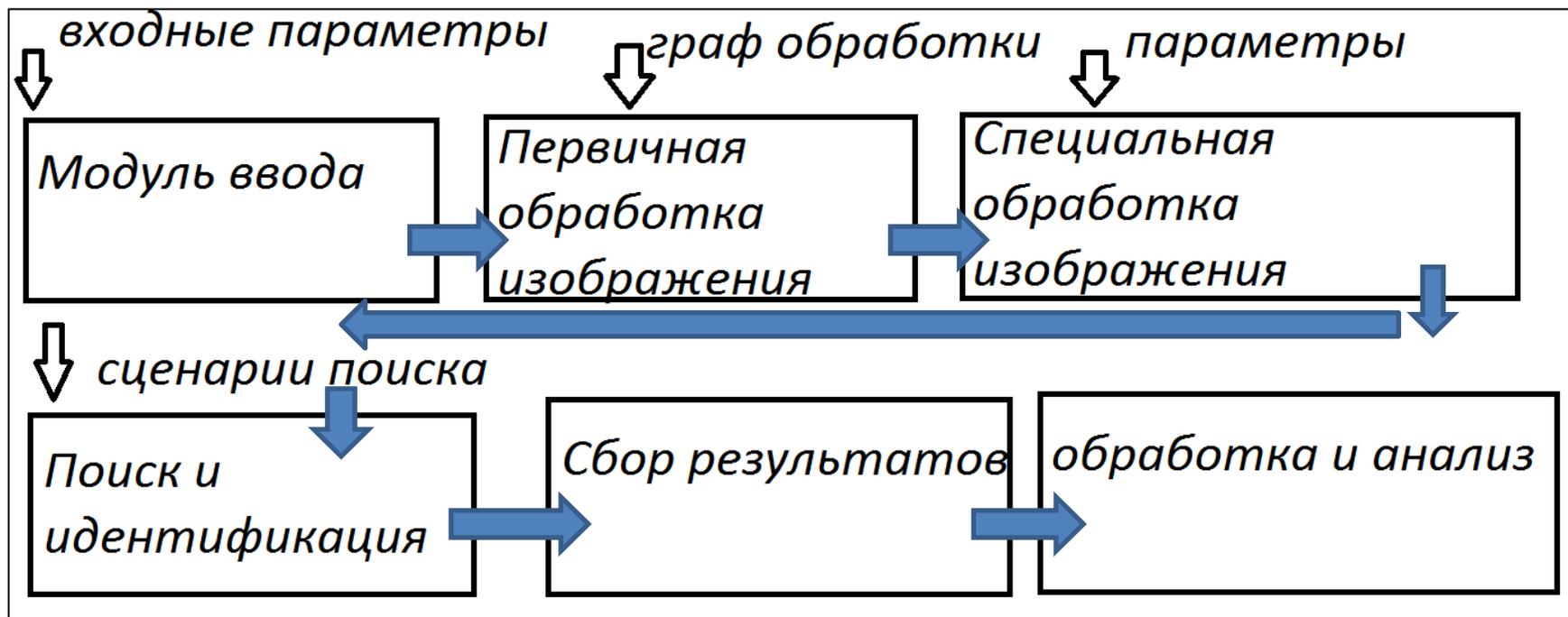
Разрабатываемая система является программным комплексом, основным назначением которого является поиск объектов (объектов на акустическом изображении) в соответствии с определяемыми пользователями алгоритмами обработки изображения, стратегиями поиска и критериями идентификации объектов поиска на изображении гидролокатора.



BalticPetroModel
2016

V Балтийская школа-семинар
Петрофизическое моделирование
осадочных пород

Архитектура системы



BalticPetroModel
2016

V Балтийская школа-семинар
Петрофизическое моделирование
осадочных пород

Процедуры первичной обработки изображения

- сегментирование и бинаризация;
- матричная фильтрация (гауссово размытие, увеличения резкости, диагональное разбиение, скользящее среднее);
- сортировки (максимальная, медианная, минимальная, с определяемым параметром замены);
- морфологические операции (дилатация, эрозия, открытие, закрытие);
- специальные (Plus(Or), And, Minus, Xor, NotOr, MarkIt, MarkWhite, MarkRed, MarkBlue, SaveAPS).



BalticPetroModel
2016

V Балтийская школа-семинар
Петрофизическое моделирование
осадочных пород

Специальная обработка изображения

- инвертирование бинаризованного изображения;
- поисковые операции: поиск по метрическим характеристикам (FindByArea...), поиск по значению индекса (FindById...);
- скелетизация (специальная морфологическая);
- пакетная обработка бинаризованного изображения и построение матриц изображения периметров и скелетов всех объектов исходной матрицы изображения (BuildFullAPS, специальная морфологическая);
- пакетная обработка бинаризованного изображения с морфологической фильтрацией и построением матриц изображения для областей (area), периметров, скелетов объектов исходной матрицы изображения, прошедших морфологическую фильтрацию (BuildFilteredAPS, специальная морфологическая)



BalticPetroModel
2016

V Балтийская школа-семинар
Петрофизическое моделирование
осадочных пород

Скелетизация графического объекта

Обеспечивает преобразование множества графических объектов исходного изображения. Результат применения операции – множество скелетизированных графических объектов. Операция скелетизации реализована на основе алгоритма Зонга-Суня.

Основные элементы скелета графического объекта:

- рёбра (основные и паразитные);
- фрагменты хребта (включая циклы и вырожденные фрагменты).

Характеристики скелета, получаемого в результате применения алгоритма Зонга-Суня:

- избыточная структура (паразитные рёбра);
- избыточная связность.

Нормализация скелета:

- минимизация связности (удаление избыточных пикселей при сохранении связности);
- выявление паразитных рёбер.



Скелетизация. Исходный объект



BalticPetroModel
2016

V Балтийская школа-семинар
Петрофизическое моделирование
осадочных пород

Зонг-Сунь. Скелет



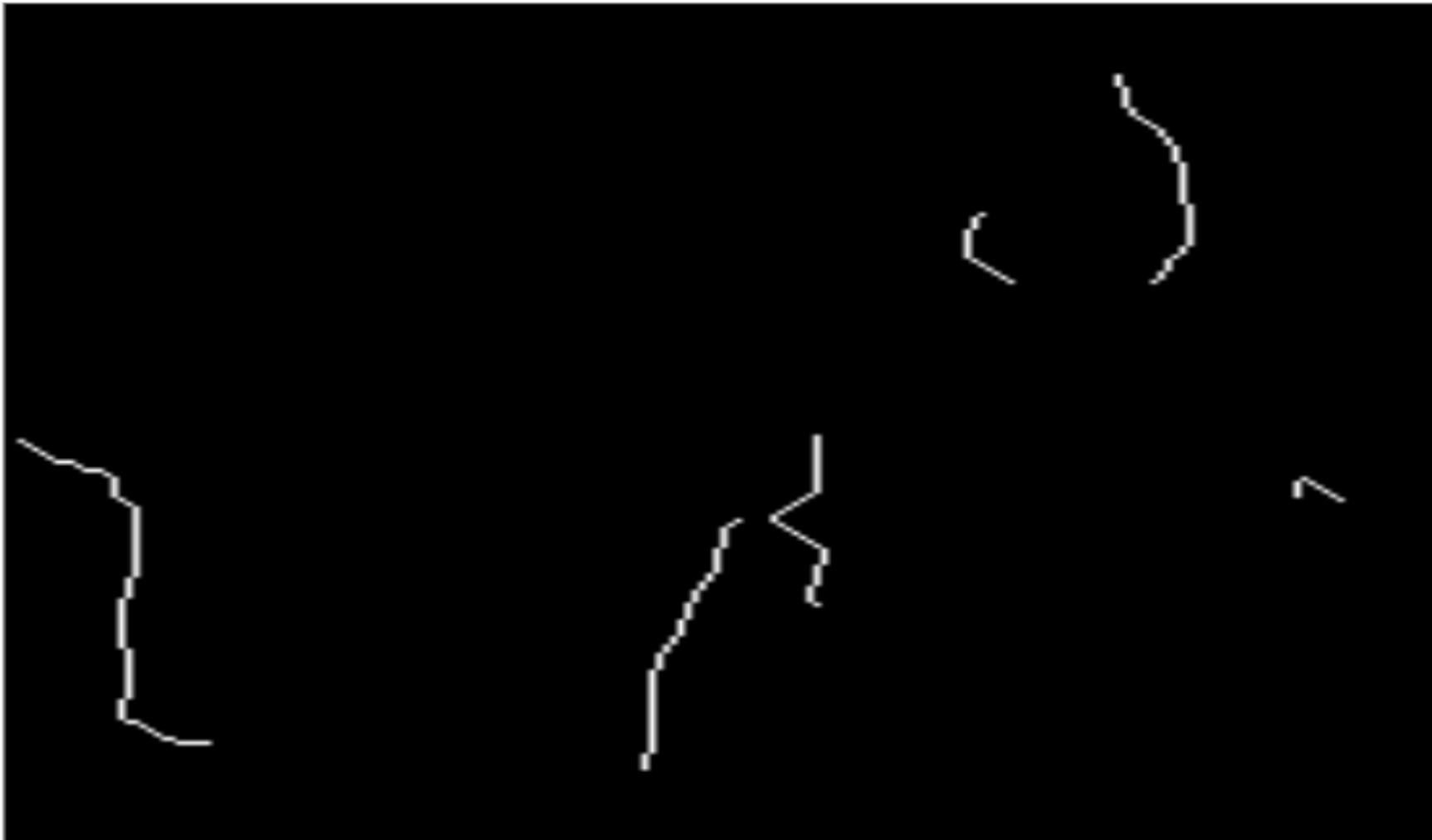
V Балтийская школа-семинар
Петрофизическое моделирование
осадочных пород

Нормализация скелета



V Балтийская школа-семинар
Петрофизическое моделирование
осадочных пород

Селекция рёбер



V Балтийская школа-семинар
Петрофизическое моделирование
осадочных пород

Описание скелета

- обход скелета;
- формирование списка рёбер;
- классификация рёбер;
- метрические характеристики фрагментов скелета - основных рёбер и невырожденных фрагментов хребта;
- "кривизна" ребра как основа для определения критерия регулярности идентифицируемого графического объекта.



BalticPetroModel
2016

V Балтийская школа-семинар
Петрофизическое моделирование
осадочных пород

Алгоритмы идентификации графических объектов

- "бегущая" идентификация графического объекта по шаблону;
- дискретная идентификация по масштабируемому шаблону;
- идентификация по значению критерия регулярности.



BalticPetroModel
2016

V Балтийская школа-семинар
Петрофизическое моделирование
осадочных пород

"Бегущая" идентификация графического объекта по шаблону

Предполагает бинаризацию исходного изображения и задание поискового шаблона. Применяется в случае, если НЕ удаётся выделить фрагменты изображения, которые можно было бы идентифицировать как графические объекты. Для "бегущей" идентификации задаётся шаблон с фиксированными начальными размерами, коэффициент масштабирования (m) и количество итераций применения масштабируемого шаблона (i). Далее определяется шаг пропорционального масштабирования шаблона, после чего производится i сканирований всей картинке масштабируемым шаблоном.

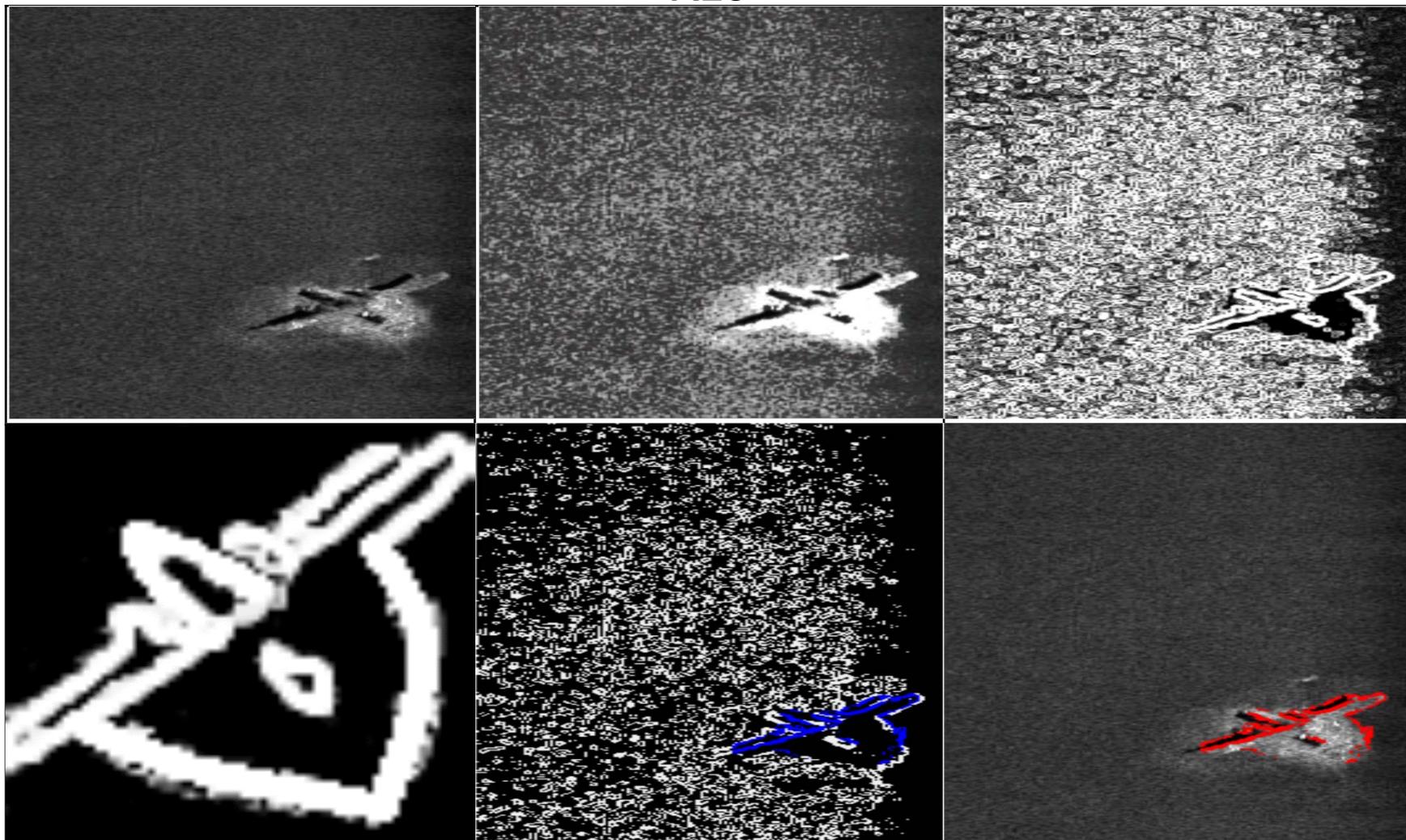


BalticPetroModel
2016

V Балтийская школа-семинар
Петрофизическое моделирование
осадочных пород

"Бегущая" идентификация графического объекта по шаблону.

A20



BalticPetroModel
2016

V Балтийская школа-семинар
Петрофизическое моделирование
осадочных пород

Дискретная идентификация по масштабируемому шаблону

Условие применения: возможность выделения из анализируемого изображения фрагментов, которые можно идентифицировать как графические объекты. Для идентификации требуется бинаризованный шаблон произвольного размера. В ходе идентификации шаблон масштабируется в соответствии с размерами выделенного объекта, предъявляемого для идентификации. Критерием соответствия выделенного объекта предъявляемому шаблону является величина, равная соотношению количества совпавших и не совпавших белых и чёрных пикселей на шаблоне и выделенном объекте.

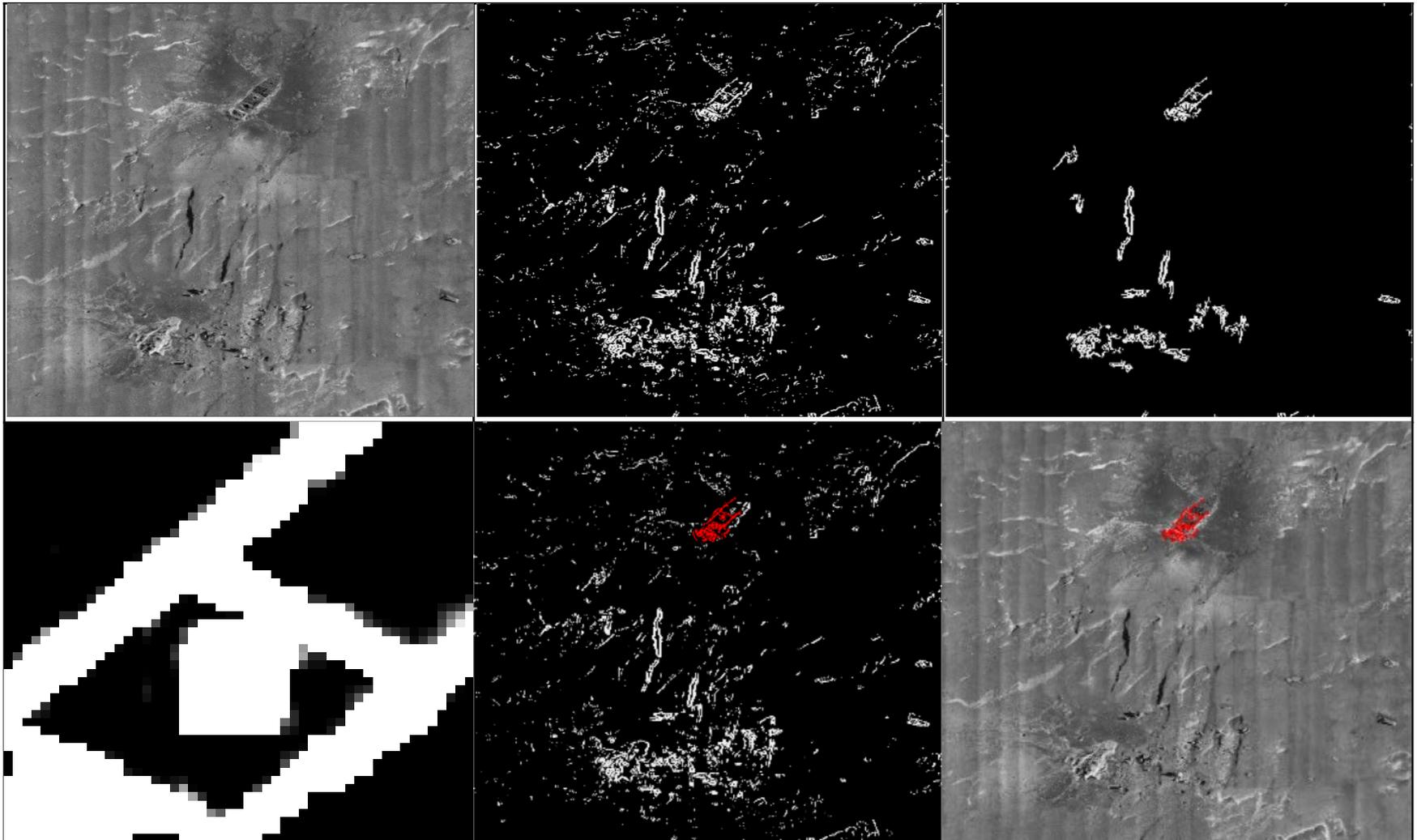


BalticPetroModel
2016

V Балтийская школа-семинар
Петрофизическое моделирование
осадочных пород

Дискретная идентификация по масштабируемому шаблону.

Титаник



BalticPetroModel
2016

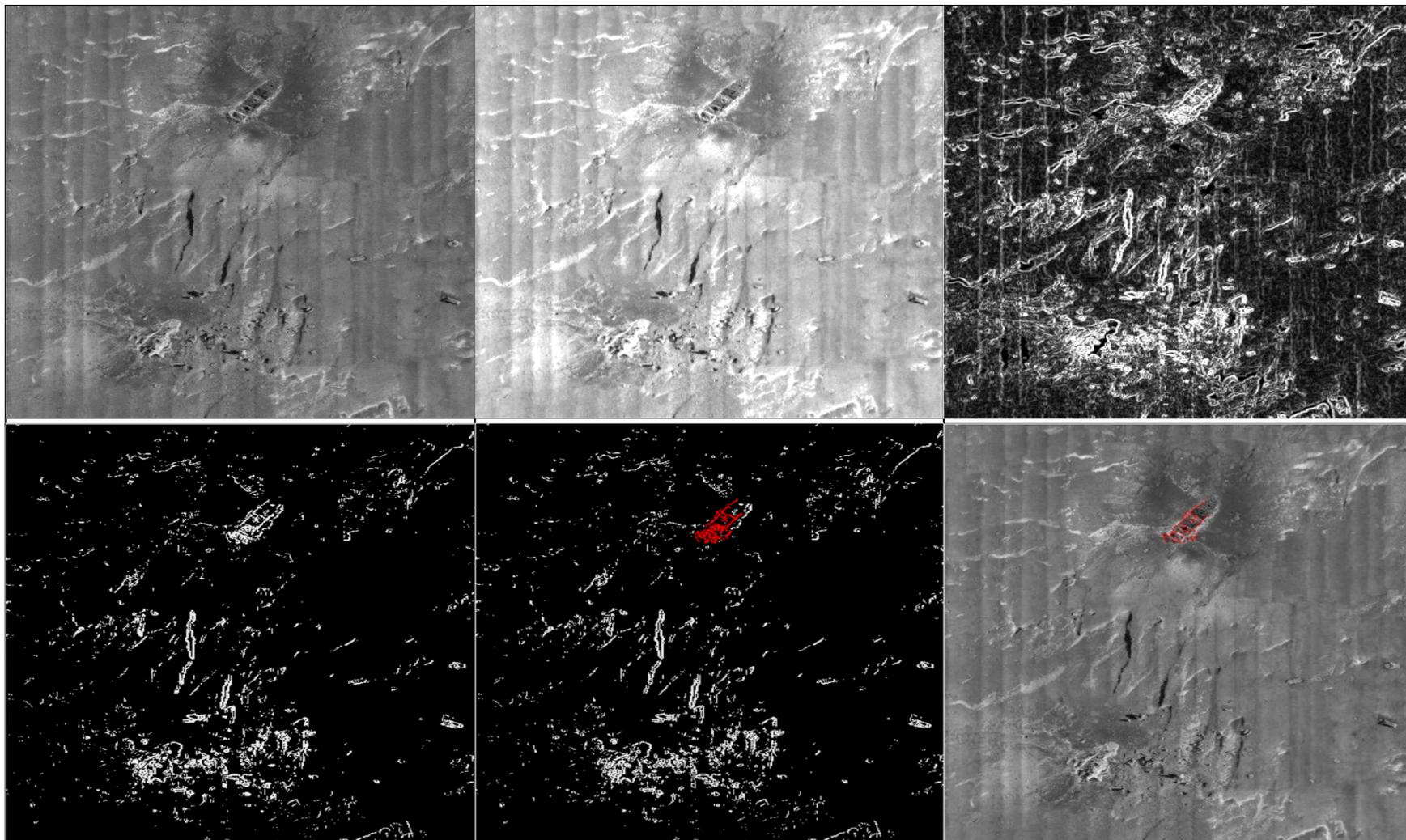
V Балтийская школа-семинар
Петрофизическое моделирование
осадочных пород

Идентификация по значению критерия регулярности

Понятие критерия регулярности графического объекта сформулировано на основании простого и интуитивно понятного отличия изображений объектов искусственного происхождения (за исключением летающих тарелок) от изображений всех прочих объектов: как правило, их изображения содержат значительное количество прямых линий. Реализованные в приложении операции скелетизации, нормализации скелета графического объекта и его последующего анализа позволяют определять критерий регулярности выделенных графических объектов.



Идентификация по критерию регулярности. Титаник



BalticPetroModel
2016

V Балтийская школа-семинар
Петрофизическое моделирование
осадочных пород

Техническое задание на разработку системы обработки изображения, поиска и идентификации объектов на данных гидролокаторов



BalticPetroModel
2016

V Балтийская школа-семинар
Петрофизическое моделирование
осадочных пород

Общие сведения

Система обработки изображения, поиска и идентификации объектов акустического изображения, формируемого гидролокатором, является программным комплексом, основным назначением которого является поиск объектов (объектов на акустическом изображении) в соответствии с определяемыми пользователями алгоритмами обработки изображения, алгоритмами поиска и критериями идентификации.



BalticPetroModel
2016

V Балтийская школа-семинар
Петрофизическое моделирование
осадочных пород

Условия применения системы

Поиск и идентификация объектов должны проводиться в различных режимах работы: в режиме реального времени и режиме постобработки данных.

При этом должны быть предусмотрены различные варианты реакции на результаты поиска и идентификации: немедленная реакция на обнаружение и идентификацию объекта и непрерывный мониторинг, при котором предполагается запись результатов поиска и идентификации в базы данных с периодической обработкой статистической информацией и формированием отчётов.

Работа системы поиска и идентификации должна проводиться с учётом множества значений параметров и дополнительной информации, получаемых при проведении съёмки дна с помощью гидролокатора: данных GPS, данных датчиков курса, крен-дифферента, уровня поверхности воды.



BalticPetroModel
2016

V Балтийская школа-семинар
Петрофизическое моделирование
осадочных пород

Описание функциональности системы (1)

Приложение должно обеспечивать предварительную обработку акустического изображения, которая предполагает фрагментацию потока изображения.

Фрагментация потока заключается в действиях над изображением, в результате которых изображение "разрезается" на прямоугольные фрагменты – матрицы растрового изображения (возможно) сохраняемые в виде отдельных файлов. Размеры фрагментов изображения определяются пользователями системы. При фрагментации потока устанавливается соответствие между фрагментами изображения и значениями параметров дополнительной информации (данными GPS, данными датчиков курса, крен-дифферента, уровня поверхности воды).



BalticPetroModel
2016

V Балтийская школа-семинар
Петрофизическое моделирование
осадочных пород

Описание функциональности системы (2)

Фрагменты потокового изображения подвергаются первичной обработке. Сценарий обработки задаётся графом первичной обработки фрагментов потока изображения. Представляет собой скрипт, с помощью которого определяются действия над матрицами растрового изображения (фильтрация, размытие, кластеризация, бинаризация, морфологические операции) и соответствующие параметры обработки. В силу стабильности основных характеристик обрабатываемого потока (разрешения, цветовой палитры, резкости, чёткости, размытости изображения), предполагается, что определение графа обработки будет производиться в полуавтоматическом режиме на начальном этапе обработки потока акустического изображения.

На следующем этапе предполагается специальная обработка бинаризованного изображения. Обеспечивает сегментирование и индексирование объектов изображения, определение параметров возможной фильтрации объектов по морфологическим признакам (размеры объектов, наличие невырожденного периметра объекта), задание параметров индексации сегментированных объектов, задание правил установления соответствия координат, выделенных на матрице изображения объектов со значениями параметров дополнительной информации (GPS и т.п.).



Описание функциональности системы (3)

Поиск и идентификация объектов (шаблонные, на основе критерия регулярности).

Сценарии поиска и идентификации объектов задаются с помощью скриптов, обеспечивающих управление алгоритмами поиска и идентификации сегментированных объектов.

Сбор информации и обработка результатов обеспечиваются интерфейсами с базами данных, процедурами сбора и обработки статистики, формирования отчётов.



BalticPetroModel
2016

V Балтийская школа-семинар
Петрофизическое моделирование
осадочных пород

Предполагаемые к применению и разработке средства поиска и идентификации

- Идентификация объектов по значению критерия регулярности. Основана на обработке скелета изображения, получаемого по алгоритму Зонга-Суня с последующей нормализацией и полным описанием фрагментов скелета.
- Инвариантная к аффинным преобразованиям идентификация по шаблонам. Предполагает разработку модуля генерации поисковых шаблонов и разработку алгоритмов оптимального поиска фрагментов изображения.
- Поиск и идентификация по визуальному подобию. Предполагается поиск объектов, "похожих" на предъявляемый образец (например, поиск контейнеров, вагонов, автобусов – всего, что соответствует заданным габаритным параметрам) и поиск дубликатов (предполагает чёткое определение объекта поиска).
- Разработка алгоритмов формирования векторов глобальных и локальных признаков для сравнения объектов и реализация алгоритмов сравнения по признакам.
- Разработка процедур распознавания и идентификации, основанных на нейронных сетях, применение технологии CUDA.



Заключение

- определена архитектура приложения;
- разработаны модули первичной и специальной обработки изображения;
- реализованы модули идентификации по шаблону (дискретная идентификация и "бегущая" идентификация);
- реализован модуль идентификации по критерию регулярности, позволяющий идентифицировать техногенные объекты;

Приглашаются к сотрудничеству заинтересованные лица



BalticPetroModel
2016

V Балтийская школа-семинар
Петрофизическое моделирование
осадочных пород