На рисунке слева показан результат применения корреляции для поиска лица. Белое пятно — это место, где оно найдено. Корреляцию можно использовать с различными параметрами: нормировать, применять ее различные вариации.

Получается, что корреляция — это очень простой способ поиска объектов на изображении, если имеется их точные копии.

Как видим, для улучшения работы систем анализа и обработки медицинских изображений, очевидно, необходим метод, обеспечивающий автоматизированный выбор преобразования изображения.

1. Гурьянов А.В. Методы и алгоритмы машинного обучения в задачах распознавания образов // Молодежный научно-технический вестник. 2015. № 3. С. 22-28.
2. Мунерман В.И., Чикунов В.Д. Параллельная реализация алгоритмов распознавания образов // Системы компьютерной математики и их приложения. 2015. № 16. С. 91-93.
3. Дмитриев В.Л. Об алгоритме распознавания образов на основе анализа геометрических свойств точек контура // Информатизация образования и науки. 2016. № 1 (29). С. 138-146.
4. Лютикова Л.А., Шматова Е.В. Логический подход к синтезу алгоритмов распознавания образов // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2015. № 6-2 (68). С. 112-116.
5. Абдикеримова Г.Б. реализация байесовского алгоритма классификации для распознавания образов средствами MATLAB // Научная дискуссия: вопросы технических наук. 2016. № 7-8 (37). С. 6-13.

Чернецова Е.А., Шишкин А.Д.

Сравнительная характеристика способности датчиков системы дистанционного мониторинга обнаруживать нефтяные загрязнения водной поверхности

*Российский Государственный Гидрометеорологический Университет
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/lj-02-2020-28

idsp: ljjournal-02-2020-28

Аннотация

Рассматриваются различные типы датчиков, которые могут применяться в системе дистанционного мониторинга водной поверхности и оценивается их способность обнаруживать и определять параметры нефтяных загрязнений водной поверхности. Обобщены требования к датчикам дистанционного мониторинга нефтяных загрязнений. Проанализированы преимущества и недостатки мониторинга нефтяных загрязнений с помощью спутника и с помощью самолета. Показано, что повысить достоверность информации, поступающей в центр вторичной обработки данных мониторинга можно с помощью слияния информации, поступающей от различных сенсоров. Приводится сравнение уровней слияния данных.

Ключевые слова: водная поверхность, дистанционный мониторинг, нефтяное загрязнение, сигнал, датчик, слияние данных

Abstract

Various types of sensors that can be used in a system for remote monitoring of the water surface are considered and their ability to detect and determine the parameters of oil pollution of the water surface is evaluated. The requirements for sensors remote monitoring of oil pollution are summarized. The advantages and disadvantages of monitoring oil pollution by satellite and by plane are analyzed. It has been shown that it is possible to increase the reliability of the information received at the secondary processing center of the monitoring data by merging the information received from various sensors. A comparison of the levels of data fusion is given.

Keywords: water surface, remote monitoring, oil pollution, signal, sensor, data fusion

Рассмотрим различные типы датчиков, которые могут применяться в системе дистанционного мониторинга водной поверхности и оценим их способность обнаруживать и определять параметры нефтяных загрязнений [1]. Фото- и видеокамеры широко применяются для обнаружения нефтяных загрязнений из-за их низкой стоимости. В последние годы фото- и видеонаблюдения были подкреплены системой GPS (Global Positioning System), которая осуществила привязку видеоизображения к координатам местности и увеличила полезность получаемых от датчиков данных. Наибольший контраст в видимой области спектра можно достичь при установке камеры наблюдения под углом Брюстера (530 от вертикали) при использовании горизонтально поляризованного фильтра, который пропускает только свет, отраженный от поверхности воды [2]. Использование датчиков в видимом спектральном диапазоне обычно сводится к регистрации пятен, т.к. в этом случае отсутствует механизм классификации нефтяных загрязнений. Поэтому высока вероятность ложной тревоги из-за присутствия на зондируемой поверхности природных сликов. Поэтому можно сделать вывод о том, что использование датчиков, работающих в видимой области спектра, имеет ограничения, хотя и представляет собой экономичный способ документирования темных объектов на исследуемой поверхности.

Инфракрасные камеры получили широкое распространение, хотя их недостатком является необходимость охлаждения для предотвращения термического шума, который может подавить полезный сигнал. Опытным путем установлено, что переход между ярким и тусклым цветом находится между толщинами нефтяной пленки от 50 до 150 мкм, а самая тонкая обнаруживаемая нефтяная пленка имеет толщину от 20 до 70 мкм [3]. Инфракрасные датчики в большинстве случаев не обнаруживают эмульсии (вода в нефти), видимо, из-за их высокой теплопроводности, т.к. эмульсии обычно содержат до 70% воды и не выказывают температурных различий.

Датчики в ультрафиолетовом диапазоне длин волн используются для картографирования тонких нефтяных пятен, т.к. они имеют высокую отражательную способность в этом диапазоне волн даже при малой толщине ($<0,01$ мкм). Наложение изображений, полученных с помощью ультрафиолетовых и инфракрасных датчиков часто используется для создания карты относительных толщин нефтяных пятен. Ультрафиолетовые датчики также подвержены помехам, причем они часто отличаются от помех, которым подвержены инфракрасные датчики, поэтому комбинирование изображений, полученных с помощью датчиков обоих типов, может улучшить качество распознавания нефтяных пятен по сравнению с применением датчика только одного типа.

В недавно разработанном методе микроволновой радиометрии для определения толщины нефтяной пленки измеряется поляризационный контраст двух сигналов в ортогональных поляризациях [4]. В общем, можно сказать, что пассивные микроволновые радиометры хороши как всепогодные датчики, но ненадежны в качестве измерителей толщины нефтяной пленки.

Так как нефть на морской поверхности гасит некоторые из капиллярных волн, присутствие нефти на морской поверхности можно распознать как «темный объект» среди яркого изображения. Однако существует много ложных объектов, вызывающих подобный эффект на радиолокационном изображении морской поверхности – слики естественного происхождения. Несмотря на это существенное препятствие для использования РЛС, она является важным инструментом дистанционного мониторинга, т.к. является единственным датчиком, который можно использовать для обзора обширных областей и одним из немногих сенсоров, способных «видеть» в ночное время и при неблагоприятных погодных условиях. Эксперименты показали, что сигнал в диапазоне длин волн от 3,6 см до 4,1 см. показывает лучшие результаты в смысле обнаружения нефтяного пятна, чем радиолокационные сигналы в диапазонах длин

волн от 17,6 см до 21,4 см. и от 4,2 см. до 8,8 см.. Кроме того, было установлено, что вертикальная поляризация антенны для передачи и приема сигнала (V,V) показывает лучшие результаты, чем другие антенные конфигурации [5].

Требования к датчикам дистанционного мониторинга нефтяных загрязнений приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Требования к датчикам дистанционного мониторинга нефтяных загрязнений

Минимальное пространственное разрешение, м			Максимальное время сбора достоверных данных, час.
Задача	Большое пятно	Маленькое пятно	
Обнаружение нефти на поверхности воды	6	2	1
Картографирование нефтяного загрязнения на поверхности воды	10	2	12
Картографирование нефтяного загрязнения на берегу	1	0,5	12
Определение толщины (объема) нефтяного загрязнения	1	0,5	1
Обзор большого пространства	10	2	1

Преимущества и недостатки мониторинга нефтяных загрязнений с помощью спутника и с помощью самолета приведены в таблице 2.

Отдельный сенсор обладает конечной точностью, которая зависит от допустимых для него шумов, и может работать некорректно при неблагоприятных условиях.

Таблица 2.

Преимущества и недостатки мониторинга нефтяных загрязнений с помощью спутника и с помощью самолета

Носитель оборудования	Преимущества	Недостатки
Спутник	Обширная область обзора (несколько километров)	Длительный период появления над заданным районом и фиксированное время прохождения над ним
	Наземное оборудование может быть размещено в нужном районе	Дорогостоящие датчики
	Береговая линия не мешает наблюдению	Заданный путь прохода над районом наблюдения
	Сбор и обработка данных может быть организована в полуавтоматическом режиме	Необходимость безоблачного неба для наблюдения (оптические и инфракрасные датчики)
Самолет	Оборудование можно модифицировать и относительно легко ремонтировать	Ограниченная область наблюдения (несколько сотен метров)
	Оборудование менее дорогое, чем в спутниковых системах	Требует большого количества ресурсов для длительного наблюдения
	Маневренность, позволяющая летать под ниже зоны покрытия облаков	Требуется интенсивная работа людей

Отдельный сенсор обладает конечной точностью, которая зависит от допустимых для него шумов, и может работать некорректно при неблагоприятных условиях. Если человек-оператор контролирует работу сенсора, то он может оперативно решать вопросы, связанные со сбоями в его работе. Но для эффективной работы автоматизированной многосенсорной системы показания отдельных сенсоров могут не быть достаточно надежными. Повысить достоверность информации, поступающей в центр вторичной обработки можно с помощью слияния данных различных сенсоров, использующего свойства избыточности, многообразия и

сложности, которыми обладает группа сенсоров, рассматриваемая как единое целое. Сравнение уровней слияния данных приведено в таблице 3.

Таблица 3.

Сравнение уровней слияния данных

Характеристика	Уровень сигналов	Уровень пикселей	Уровень параметров	Уровень символов (решений)
Средства достижения совмещения	Объединение сенсоров	Объединение сенсоров Разделяемая оптика	Геометрические преобразования	Пространственные атрибуты символа
Метод слияния данных	Обнаружение и оценка	Оценка или комбинация атрибутов пикселей	Геометрическое или временное соответствие, комбинация параметров	Логическое или статистическое заключение
Улучшение, достигаемое при слиянии данных	Сокращение пространства переменных, улучшение качества обнаружения	Улучшение качества обработки изображений	Сокращение процесса обработки данных, более точные данные	Увеличение достоверности решения

Представленные результаты позволяют сделать вывод о том, что необходимость автоматизации процессов объединения информации от разнородных датчиков требует разработки методов интеграции данных в многосенсорной системе мониторинга.

1. Чернецова Е.А., Шишкин А.Д. Обработка данных и построение карт нефтяных загрязнений на основе радиолокационных наблюдений.- Материалы международного семинара по Проекту TACIS CBC № 2005/100-731, 1-2 марта 2007, Санкт-Петербург.- с. 34-38
2. Skou, N., Sorensen, B.M. and Poulson, A. "A New Airborne Dual Frequency Microwave Radiometer for Mapping and Quantifying Mineral Oil on the Sea Surface", in Proceedings of the Second Thematic Conference on Remote Sensing for Marine and Coastal Environments , ERIM Conferences, Ann Arbor, Michigan, 1994, pp. II-559-565
3. Goodman, R.H. "Remote Sensing Resolution and Oil Slick Inhomogeneities", in Proceedings of the Second Thematic Conference on Remote Sensing for Marine and Coastal Environments: Needs, Solutions and Applications, ERIM Conferences, Ann Arbor, Michigan, 1994, pp.I-1-17
4. Pelyushenko, S.A. "The Use of Microwave Radiometer Scanning System for Detecting and Identification of Oil Spills", in Proceedings of the Fourth Thematic Conference on Remote Sensing for Marine and Coastal Environments, Environmental Research Institute of Michigan, Ann Arbor, Michigan, 1997, Vol. I, pp. 381-385
5. Madsen, S., Skou, N. and Sorensen, B.M. "Comparison of VV and HH Polarized SLAR for Detection of Oil on the Sea Surface", in Proceedings of the Second Thematic Conference on Remote Sensing for Marine and Coastal Environments: Needs, Solutions and Applications, ERIM Conferences, Ann Arbor, Michigan, 1994, pp. I-498-503