

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ



Национальный исследовательский
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Т Р У Д Ы
ПЯТНАДЦАТОЙ
ВСЕРОССИЙСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
СТУДЕНЧЕСКИХ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ
ИНКУБАТОРОВ

Томск, 17–19 мая 2018 г.



ТОМСК
«Издательство НТЛ»
2018

Автоматическая классификация планктонных частиц по их голографическим изображениям

А.Ю. Давыдова

Томский государственный университет, г. Томск, Россия

В связи с хозяйственной деятельностью человека одной из важнейших задач является определение степени антропогенного загрязнения водоёмов, что невозможно без оценки его влияния на биоту. Информация о видовом составе планктона и его изменении в этом случае имеет огромное значение, так как планктон является одним из биоиндикаторов водной среды [1]. Таким образом, задача распознавания и классификации планктона по пространственно-видовому разнообразию в рамках основных таксономических групп является актуальной в настоящее время. В данной работе используется погружная цифровая голографическая камера, позволяющая регистрировать голограммы планктонных частиц в водной среде и открывающая возможность их исследования, включая распознавание и классификацию, непосредственно в среде обитания в режиме мониторинга [2]. Камера обеспечивает подводную запись цифровых голограмм среды с регистрируемым за одну экспозицию объемом среды около 1 л (что обеспечивает большую репрезентативность выборки по сравнению с аналогами), передачу цифровых голограмм по линии связи на компьютер на судне, а также построение 2D-отображения голографического объема среды с частицами (далее – 2D-отображение) [3].

Данная работа посвящена решению совокупности задач от предварительной обработки упомянутого 2D-отображения, выделения в нем изображений частиц, до распознавания и классификации планктонных частиц по их голографическим изображениям. Оригинальностью предложенного комплекса алгоритмов является полная автоматичность, которая не требует участия оператора, что в значительной степени обеспечивает анализ экологического состояния исследуемой акватории в режиме мониторинга.

Основная часть

В качестве входных данных для предлагаемого комплекса алгоритмов выступает 2D-отображение. Для выделения областей в 2D-отображении, где находятся частицы, производится пороговая бинаризация с автоматическим определением порога. Глобальный порог бинаризации определяется на основе поиска в гистограмме яркости 2D-отображения точки, в которой производная функции, описывающей график гистограммы, равна нулю. После пороговой бинаризации шумы типа «соль и перец» размером 1 пиксель удаляются последовательным применением операций дилатации и эрозии. Далее происходит объектная сегментация каждой частицы – определение пикселей, принадлежащих изображению данной частицы, в результате чего изображение рассматриваемой частицы окрашивается в цвет, отличный от цвета фона и изображений других частиц. Вокруг изображения выделенной частицы описывается прямоугольник, параметры которого считаются эквивалентными параметрам частицы: длина (H), ширина, угол наклона, координаты центра тяжести, площадь и длина границы изображения. Кроме этого, для каждой частицы определяется морфологический параметр M (отношение ширины и длины частицы) и наличие антеннул или других конечностей. Для определения наличия антеннул сравнивается длина частицы до и после применения операции дилатации и эрозии (когда антеннулы исчезнут). Число операций дилатации и эрозии для удаления антеннул определяется автоматически исходя из размера частицы.

Для выбора таксономических признаков и алгоритма классификации проведен анализ набора изображений планктонных частиц, представленных в базах по идентификации морских видов. На примере экологического мониторинга [4] была составлена выборка изображений обнаруженных видов планктона. Предварительная оценка, проведенная с помощью ручной классификации, показала возможность использования морфологического параметра в качестве таксономического признака, позволяющего классифицировать планктон до отряда. Таким образом был выбран таксономический признак и определены его значения для классификации [5]. Апробация реализованного алгоритма автоматической классификации на голографических данных, полученных во время экспедиции в Карское море, показала необходимость использования кроме морфологического параметра частицы ее размера и наличие антеннул. Таким образом, дерево решений классификатора для обработки

экспедиционных данных представлено на рис. 1. Учет наличия антеннул увеличил правильность классификации до 73 % [5]. Необходимость дополнительного таксономического признака при смене акватории говорит о недостатке априорной информации о планктоне, характерного для данной акватории. Данная информация может быть получена путем калибровки цифровой голографической камеры и составления базы изображений планктона.

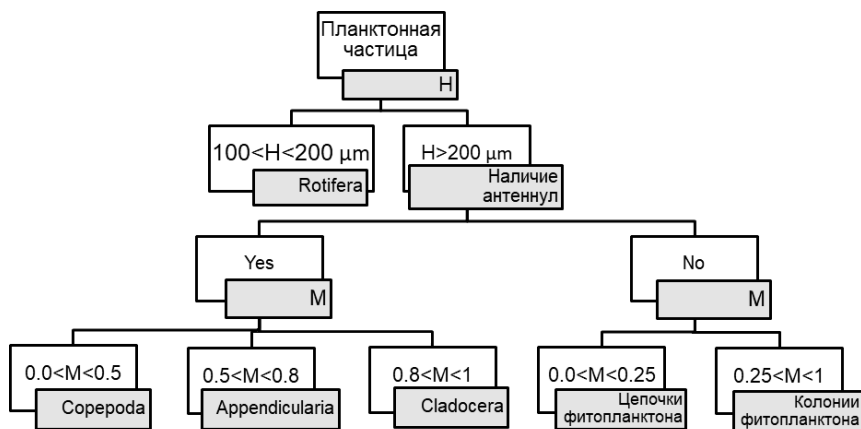


Рис. 1. Дерево решений для классификации планктонных частиц в Карском море

Заключение

Представленный комплекс алгоритмов обработки и классификации планктонных частиц по их цифровым голографическим изображениям реализуется в автоматическом режиме и позволяет классифицировать планктон до отряда. Для определения таксономических параметров классификатора необходима априорная информация о планктоне, характерном для данной акватории, а также значения признаков, характеризующих таксон, которые могут быть получены в процессе калибровки цифровой голографической камеры. Современная вычислительная мощность компьютера и использование специальных библиотек для обработки изображений позволяют производить вышеописанную обработку данных в реальном времени. Сочетание этих возможностей является перспективным инструментом для бесконтактного мониторинга экологического состояния акватории.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Parmar T.K., Rawtani D., Agrawal Y.K.* Bioindicators: the natural indicator of environmental pollution // *Frontiers in Life Science*. 2016. V. 9. No. 2. P. 110–118.
2. *Dyomin V., Polovtsev I., Olshukov A., Davydova A.* DHC sensor – a tool for monitoring the plankton biodiversity in a habitat // *Oceans'18*. 2018. P. 1–5 (в печати).
3. *Дёмин В.В., Каменев Д.В.* Двумерное представление цифрового голографического изображения объема среды с частицами как способ отображения и обработки информации о частицах // *Оптический журнал*. 2013. Т. 80. № 7. С. 58–65.
4. *Conducting annual environmental monitoring in the area of the location of OIRFP Prirazlomnaya*. Final report for 2012 // *Ltd FRECOM*. 2012. 1.
5. *Dyomin V.V., Polovtsev I.G., Davydova A.Y.* Marine particles investigation by underwater digital holography // *Proceedings of SPIE – The International Society for Optical Engineering*. 2018. V. 10679 (в печати).

Давыдова Александра Юрьевна, аспирантка; starinshikova@mail.ru