

THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
THE ALL-RUSSIAN RESEARCH INSTITUTE FOR SCIENTIFIC AND TECHNICAL
INFORMATION (VINITI)

PROBLEMS OF ENVIRONMENT AND NATURAL RESOURCES

Review information

№ 2

Founded in 1972

Moscow 2016

A Monthly Journal

CHIEF EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief

Arskij Yu. M., Academician of the Russian Academy of Sciences

Editorial Board Members:

*Borisenko I. N., Kartseva E. V., Koroleva L. M., Kravtsov V. F.,
Ostaeva G. Y., Potapov I. I., Schetina I. A., Yudin A. G.*

Editorial office: 125190, Russia, Moscow, Usyuevich st., 20
The All-Russian Research Institute for Scientific and Technical Information
Department of Scientific Information on Global Problems
Telephone: 499-152-55-00
irofarov37@mail.ru

© VINITI, 2016

| |
|----|
| БП |
| 2 |

УДК 502/504:001

3-16

Момо 3, 15 01.0. 11

Рис.
Рез. зипа.

ТЕОРИЯ И МЕТОДЫ ОХРАНЫ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
ПРОБЛЕМЫ СТАТИСТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ДИСТАНЦИОННОМ
МОНИТОРИНГЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Д.ф.-м.н., проф. Мкртчян Ф.А.
(Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН, Москва)

PROBLEMS OF STATISTICAL DECISIONS FOR REMOTE
ENVIRONMENTAL MONITORING

Мкртчян Ф.А.

Дистанционный мониторинг, окружающая среда, принятие решений, обнаружение.

Remote monitoring, environment, decision making, detection.

В работе рассмотрены вопросы принятия статистических решений при обнаружении и классификации аномальных явлений на земной поверхности по данным дистанционных мониторинговых систем. Разработана основа многоканальной дистанционной мониторинговой системы, которая использует новые методы и алгоритмы обработки данных дистанционного зондирования и формирование обновляемых баз данных и знаний, опирающихся на современные компьютерные технологии. В качестве информативного параметра при обнаружении аномалий используется характеристика «квантильность».

The paper deals with the adoption of statistical solutions for the detection and classification of anomalous phenomena on the Earth's surface from the remote monitoring systems.

It develops a framework of multi-channel remote monitoring system, which uses new methods and algorithms for remote sensing data processing and the formation of updated databases and knowledge based on modern computer technology.

As an informative parameter used in the detection of anomalies characteristics of "spottiness".

Введение

Организация дистанционных мониторинговых систем (ДМС) является исключительно сложной, комплексной, многоплановой задачей. В ее решении важную роль играют экспериментальные методы исследования окружающей среды. Первостепенное значение при осуществлении таких экспериментов приобретает организация массового сбора информации об изучаемом объекте, оперативность ее обработки и достоверная интерпретация данных наблюдений на основе аналитических и численных математических моделей. Поэтому в рамках ДМС можно

Возможности применения адаптивных алгоритмов принятия статистических решений в гидрофизическом эксперименте для выборки малого объема и при информационных ограничениях.

Анализ эмпирических распределений (гистограмм) «пятисотости» радиометрических и оптических измерений показывал, что в большинстве случаев (T, I) - характеристики согласуются с экспоненциальным распределением, а аддитивные характеристики - нормальным. Поэтому для обнаружения и классификации явлений на водной поверхности необходимо применение оптимальных алгоритмов обучения ЭВМ принятым статистическим решениям для вышеуказанных распределений.

Очень часто возникает задача: к какому из двух классов отнести измеряемую случайную величину, причем полное вероятностное описание этих классов неизвестно, что не позволяет использовать для решения этой задачи классические результаты теории статистических решений. Решение можно получить только при помощи обучающих выборок.

В настоящей работе развит математический аппарат и предложена обобщенная адаптивная процедура для решения задачи обучения к различению случайных величин из экспоненциальных семейств распределений с неизвестными параметрами для выборки малого объема при информационных ограничениях.

Предложена процедура удовлетворяет следующим обязательным условиям:

- 1) постоянству средней вероятности ошибки первого рода α и
- 2) несмещенности $(1-\beta) < \alpha$.

Показано, что применяемые в настоящее время процедуры обучения различению, в которых сначала приводится оценка параметра, а затем выбор между гипотезами, не удовлетворяют вышеуказанным требованиям, предъявляемым к оптимальным процедурам [1, 7, 10].

Первостепенное значение при осуществлении мониторинга окружающей среды приобретают организации массового сбора информации об изучаемой системе, оперативность ее обработки и достоверная интерпретация данных наблюдений на основе аналитических и численных математических моделей.

Современная информационная база данных о природной среде характеризуется наличием измерений, получаемых и пунктах наземного базирования не помощью средств дистанционного зондирования. Наземные данные отпечатаются дискретно-сетью по пространству и с их помощью возможна оценка состояния лишь локальных участков по пространству и с их помощью возможна оценка состояния лишь локальных участков по пространству. Данные дистанционного зондирования динамичны во времени и достаточно полно описывают пространственные характеристики природных систем, однако они не позволяют (формировать статистически однородные выборки данных и тем самым ограничивается применимость классических методов статистического анализа).

Очевидно, что комплексное исследование данных наземных и дистанционных измерений может повысить достоверность оценок параметров природных систем и решить задачу планирования этих измерений.

В результате соединения системы сбора информации об окружающей среде, модели функционирования региональной экосистемы, системы первичной и тематической обработки информации, систем визуализации возможно создание геонформационной мониторинговой системы (ГИМС).

Развитие систем геонформационного мониторинга требует решения ряда задач организации потока данных измерений. Среди этих задач одной из важных является задача принятия статистического решения о наличии на обследуемой части земной поверхности того или иного явления. Одной из особенностей условий сбора информации для такого решения является невозможность получения статистических выборок больших объемов. Поэтому необходимо разработать и исследование оптимальных алгоритмов принятия статистических решений для выборки малого объема при информационных ограничениях.

Для случая, когда число наблюдений достаточно велико, задача решается методом оценки параметра вероятностных распределений, который эффективен при неограниченном росте объема выборки, на основе которых производится оценка параметра. При ограниченных объемах выборки, полученное методом оценки параметра, решающее правило не удовлетворяет необходимым условиям оптимальности: постоянству средней вероятности ошибки первого рода и несмещенности.

В настоящей работе разработан обобщенный адаптивный алгоритм обучения принятию статистических решений для экспоненциальных семейств распределений при априорной параметрической неопределенности в условиях выборки малого объема.

Приводятся обобщенное решающее правило, полученное методом оценки неизвестных параметров распределений, а также решающее правило, удовлетворяющее необходимым условиям оптимальности: постоянству средней вероятности ошибки первого рода и несмещенности. Показано, что этим условиям не удовлетворяет алгоритм, основанный на методе оценки неизвестных параметров.

Рассматриваются конкретные решающие процедуры для частных распределений, полученных от обобщенного алгоритма. Приводятся численные примеры.

Показана эффективность разработанной оптимальной процедуры для выборки малого объема [1, 7, 10, 11].

Литература

1. Арманд Н.А., Крапивин В.Ф., Муртыч Ф.А. Методы обработки данных радиотехнического исследования окружающей среды. М.: Наука, 1987. - 270 с.
2. Башарин А.Е., Флейшман Б.С. Методы статистического последовательного анализа и их приложения. М.: Сов. Радио, 1962. - 352с.
3. Флейшман Б.С. Теория потенциальной эффективности сложных систем. М.: Сов. Радио, 1971, 271с.
4. Уакс Н.Г. Улучшение отношения сигнал/шум и статистика свойств следов сигналов. В кн. «Вопросы радиолокационной техники». Москва. - 1956. - №1-С. 3-18.
5. Крапивин В.Ф., Муртыч Ф.А. Эффективность мониторинговых систем обнаружения // Экологические системы и приборы. - 2002. - № 6. - С. 3-6.
6. Муртыч Ф.А. Обработка данных мониторинга окружающей среды при малых объемах измерений // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов, № 5, 1999. - № 5. - С. 2-15.
7. Муртыч Ф.А. Оптимальное различение сигналов и проблемы мониторинга. М.: Наука, 1982. - 186 с.
8. Mutsaers F.A.. Statistical decisions for samples small volume. PERS Proceedings, July 5-8, Cambridge USA, 2010. - P. 361 - 365.