

УДК 504.054

В. А. Алексеев, доктор технических наук, профессор
Ижевский государственный технический университет

И. М. Янников, кандидат технических наук
Главное управление МЧС России по Удмуртской Республике

ПОСТРОЕНИЕ КЛАССИФИКАТОРА РЕШЕТЧАТЫХ ФУНКЦИЙ ДЛЯ ОТНОСИТЕЛЬНОГО ОПИСАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ БИОМОНИТОРИНГА ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ

Рассматривается один из подходов оценки результатов биомониторинга с использованием классификатора решетчатых функций, отражающих измеряемые параметры в ходе проведения биомониторинга. Решетчатая функция задается в виде относительного описания, представляющего матрицу отношения, порядка, заданного на составляющих решетчатой функции. Проведенный численный эксперимент показал возможность классификации данных биомониторинга с целью определения регламента измерений.

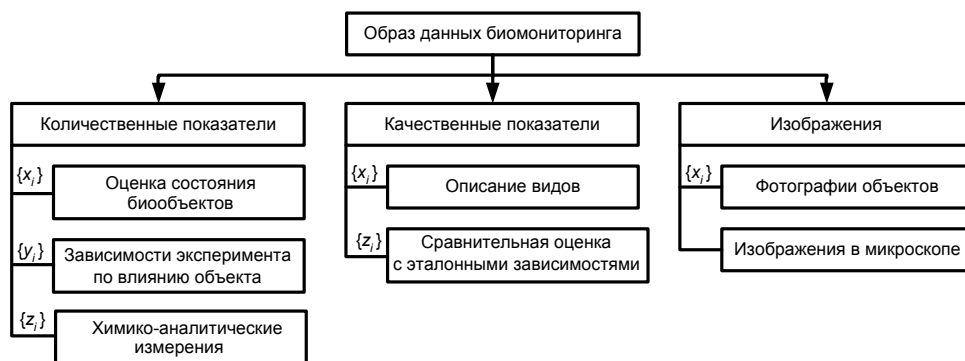
Основой комплексного экологического мониторинга потенциально опасных объектов (ПОО) и подсистемы биомониторинга в частности, на наш взгляд, является экспертно-аналитическая система, позволяющая осуществлять многофакторный анализ физико-химической, биологической и санитарно-гигиенической информации, выявление взаимосвязи данных первичного мониторинга и установление факторов, позволяющих дать объективную оценку экологической ситуации в районах расположения ПОО. Неотъемлемой частью указанной системы должен стать идентификационный полигон, позволяющий моделировать различные сценарии развития ситуации на объекте в режиме, наиболее приближенном к реальному с определением зависимостей «доза–эффект» и «время–реакция» [1].

Представленный подход к организации биомониторинга предполагает выделение двух его разновидностей: диагностического – при долговременном сборе информации о влиянии объекта на окружающую среду и оперативного. С позиции системного подхода обе разновидности требуют соблюдения определенной последовательности действий – алгоритмов проведения биомониторинга [2].

При долгосрочном биомониторинге не возникает проблемы оперативной обработки полученных данных в ходе мониторинга. Оперативный биомониторинг требует анализа данных в реальном масштабе времени с передачей данных в ИАЦ. В этом случае требуется автоматизация обработки получаемых данных, в которой особое место занимает задача сравнения и оценки данных с заданным эталоном. Эта задача относится к классу задач классификации в условиях неопределенности (задача распознавания образов).

Учитывая, что полученные данные носят как количественный, так и качественный характер, можно составить «портрет» получаемого при измерениях образа (см. рисунок) [3, 4].

Группа параметров $\{x_i\}$ характеризует биообъекты, расположенные на площадках. Группа $\{y_i\}$ описывает основные данные о химико-аналитических свойствах этих биообъектов. Группа параметров $\{z_i\}$ показывает зависимости воздействия предполагаемых веществ в выбросах влияния объекта. Эта группа показателей выделяет предложенный подход из известных видов биомониторинга.



«Портрет» образа совокупности данных биомониторинга

Полученные количественные показатели в ходе биомониторинга $\{x_i\}$, $\{y_i\}$, $\{z_i\}$ приведем к условным единицам, вычисляя соотношения $\{x_i\}/\{x_i\}$, $\{y_i\}/\{y_i\}$, $\{z_i\}/\{z_i\}$. Полученные данные можно представить в виде решетчатой функции (далее – РФ) для каждого i -параметра: $\langle a_1, a_2, \dots, a_n \rangle$, где $a_i = x_i/x_i$; $\langle b_1, b_2, \dots, b_m \rangle$, где $b_i = y_i/y_i$; $\langle c_1, c_2, \dots, c_k \rangle$, где $c_i = z_i/z_i$.

Таким образом будет получен ряд решетчатых функций $\text{РФ}_a = \langle a_1, a_2, \dots, a_n \rangle$; $\text{РФ}_b = \langle b_1, b_2, \dots, b_m \rangle$; $\text{РФ}_c = \langle c_1, c_2, \dots, c_k \rangle$.

Подобное представление полученных данных позволяет рассматривать РФ как некий единый сигнал-образ измерений, полученных при биомониторинге.

Набор решетчатых функций представляет полный образ полученных данных.

Классификация данного образа представляет 2 этапа:

- сравнение отдельных значений РФ с заданным допуском возможных отклонений;
- сравнение формы огибающей РФ с заданной формой эталонной РФ, которая отражает допустимые изменения параметров.

Относительное описание составляет отношение, заданное на множестве признаков, отражающих представленный образ (объект). В общем случае такое описание может быть построено с использованием матрицы отношения порядка:

$$[R] = \begin{vmatrix} S_1 R_{11} S_1 & S_1 R_{12} S_2 & S_1 R_{13} S_3 & S_1 R_{14} S_4 & S_1 R_{15} S_5 \\ & S_2 R_{22} S_2 & S_2 R_{23} S_3 & S_2 R_{24} S_4 & S_2 R_{25} S_5 \\ & & S_3 R_{33} S_3 & S_3 R_{34} S_4 & S_3 R_{35} S_5 \\ & & & S_4 R_{44} S_4 & S_4 R_{45} S_5 \\ & & & & S_5 R_{55} S_5 \end{vmatrix},$$

где $S - a_i, b_i, c_i, \dots$; R – отношение порядка.

Алгоритм классификации РФ по матрице отношения $[R]_n$ содержит следующие операции:

- построение разности компонентов РФ i -го порядка;
- построение матрицы отношения $[R]_n$;
- отнесение полученной информации к заданному классу или подклассу РФ;
- построение разности $(i+1)$ -порядка и т. д.

В большинстве задач идентификации огибающей РФ не требуется использовать полный набор соотношений между составляющими. Поэтому на практике достаточно выделить подграф исследуемого графа, который будет являться гомоморфным эталоном в процедуре идентификации. Использование гомоморфного эталона позволяет также значительно сократить информационную избыточность относительного описания. Например, одним из простых вариантов построения гомоморфного эталона является выбор в качестве эталона элементов диагонали матрицы $[R]_n$.

Общую структуру алгоритма построения такого эталона можно представить в следующей последовательности:

- анализ главной диагонали $[R]_n$ в обучающей выборке;
- анализ логических связей $[R]_n$ в той же выборке;
- выбор элементов $[R]_n$ для построения гомоморфного эталона;
- анализ выбранных элементов на логические связи;
- построение эталона.

Подобного рода алгоритмы реализуются как программно, так и аппаратно.

Преимущества предложенного способа классификации данных биомониторинга, представленных в виде РФ, определяются двумя свойствами описания РФ через матрицу отношения $[R]_n$.

Свойство 1. Описание РФ через матрицу отношения $[R]_n$ позволяет выделить гомоморфный эталон путем выбора из $[R]_n$ отдельных информативных элементов.

Свойство 2. Из матрицы отношения $[R]_n$ исходной РФ можно выделить подматрицу отношения любого участка исследуемой РФ.

Свойство 1 позволяет использовать для классификации неполное относительное описание компонентов РФ. Это позволяет в конкретных задачах уменьшить число вычислений для определения класса РФ. Это же свойство позволяет уменьшить информационную избыточность относительного описания.

Использование свойств $[R]_n$ позволяет осуществлять классификацию РФ по отдельным качественным признакам, которые также задаются через гомоморфные эталоны [5].

Для реализации алгоритма поиска классифицирующих признаков, описанных выше, было разработано приложение в среде программирования Delphi.

Приложение считывает из внешнего файла значения РФ некоторого сигнала и формирует по ним матрицу отношения, основанную на отношении порядка «>». Матрица отношения для искомого признака также хранится во внешнем файле. После формирования необходимой внутренней информации выполняется поиск всех вхождений матрицы эталона в матрицу сигнала. После завершения поиска пользователю выдается информация о количестве найденных соответствий и о позициях в матрице сигнала, в которых эти совпадения обнаружены. При отсутствии совпадений пользователь получает соответствующее сообщение.

Также был выполнен анализ эффективности алгоритма, использующего БМ-поиск, в сравнении с методом полного перебора. При аналитическом подходе

к сравнению было выявлено, что в худшем случае (когда на каждой позиции матрицы сигнала, где возможно совпадение с эталоном, приходится проводить сравнения по всем элементам эталона, и количество возможных позиций максимально) число операций сравнения, затрачиваемых в обоих методах поиска, совпадает.

Для оценки в среднем было случайным образом сгенерировано 100 сигналов и эталонов различных размерностей, и к каждой паре «сигнал–эталон» были применены как полный перебор, так и БМ-поиск. При этом подсчитывалось число операций сравнения элементов матриц, затрачиваемое в каждом из алгоритмов. В результате оказалось, что эффективность метода поиска подматрицы, использующего алгоритм Боуэра-Мура [6], примерно на 35 % выше по сравнению с алгоритмом полного перебора. Следовательно, проведенная оптимизация поиска привела к положительному результату.

Список литературы

1. Янников, И. М. Экологический полигон как база оперативного биомониторинга объектов по хранению и уничтожению химического оружия / И. М. Янников, Н. В. Козловская // Вестник Министерства по делам ГО и ЧС Удмуртской Республики. – 2007. – № 4. – С. 37–38.
2. Алексеев, В. А. Алгоритмы обеспечения биомониторинга вокруг химически опасных объектов / В. А. Алексеев, Н. В. Козловская, И. М. Янников // Приборостроение в 21 веке. Интеграция науки и производства : сб. тр. науч.-техн. конф. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2007. – С. 537–543.
3. Харкевич, А. А. О принципах построения читающих машин // Теория информации. Опознавание образов. – Т. 3. – М. : Наука, 1973. – С. 468–477.
4. Мазур, М. Качественная теория информации. – М. : Мир, 1974. – 237 с.
5. Алексеев, В. А. Относительное описание результатов биомониторинга потенциально опасных объектов / В. А. Алексеев, Н. В. Козловская, И. М. Янников // Приборостроение в 21 веке. Интеграция науки и производства : сб. тр. науч.-техн. конф. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2007.
6. Кнут, Д. Искусство программирования для ЭВМ. В 3 т. Т. 3. Сортировка и поиск. – М. : Мир, 1978. – 844 с.

УДК 536.46:621.45

А. В. Алиев, доктор физико-математических наук, профессор
С. В. Суворов, младший научный сотрудник
Ижевский государственный технический университет
В. И. Сарабьев, доктор технических наук, профессор
В. И. Бабин, ведущий конструктор
ФГУП «НИИ прикладной химии», г. Сергиев Посад

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ПРИ КОНТАКТЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ЧАСТИЦЫ С ТВЕРДЫМ ТОПЛИВОМ

Рассматривается прогрев твердого топлива (порох «Н»), контактирующего с горячей частицей оксида алюминия или магния. Установлено, что определяющим фактором, влияющим на время воспламенения топлива, является температура частицы. Установлено влияние на процесс прогрева топлива теплофизических свойств, размеров и структуры конденсированных частиц.