

Программное обеспечение для анализа данных систем мониторинга

А.А. Любушин, доктор физ.-мат. наук
Институт физики Земли РАН им. О.Ю.Шмидта,
123995, Москва, Большая Грузинская, 10; факс: +007-499-2556040;
e-mail: lyubushin@yandex.ru
<http://AlexeyLyubushin.narod.ru/Index.htm>

Основным содержанием направления является создание новых методов анализа временных рядов мониторинга, получаемых от систем сбора информации в самых различных областях: геофизике, экологии, метеорологии, социологии, финансах. Несмотря на большие различия в физической природе измеряемых характеристик, задача их анализа имеет больше общих черт, чем отличий. Основной целью мониторинга чаще всего является выделение некоторых индикаторов (решающих статистик) и их критических порогов, при превышении которых возникает то или иное опасное состояние, что может быть часто интерпретировано как предвестник грядущей катастрофы. Принятие решений по данным мониторинга может быть достаточно простым, если априорно известны пороговые значения измеряемых величин, такие что при их превышении или уменьшении значений ниже их можно говорить об аномальном состоянии исследуемого объекта. В то же время, если анализируемый объект является сложным и многопараметрическим, формулировка критических порогов становится сложной задачей, так как отслеживаемая решающая статистика сама должна быть результатом преобразования исходной информации, свертывания ее в небольшое число, а лучше в одну скалярную величину.

При поиске универсальных решающих статистик полезно отвлечься от конкретной природы объекта мониторинга и взять на вооружение максимально общую закономерность, своего рода метазакон. В данном направлении в качестве такого метазакона предлагается брать феномен увеличения коллективного поведения или синхронизации исследуемых параметров. Для такого выбора есть методические рекомендации, вытекающие из наиболее общих закономерностей поведения систем, приближающихся к бифуркации, катастрофе.

В основу направления положены методы, первоначально предназначенные для поиска предвестников землетрясений по многомерным временным рядам систем геофизического мониторинга. В результате выполненных исследований создан комплекс многомерных алгоритмов, являющийся эффективным средством обнаружения скрытых связей между геофизическими полями и процессами, в том числе различной физической природы и структуры. Методы основаны на анализе канонических когерентностей многомерных спектральных матриц и канонических корреляций коэффициентов вейвлет-разложений сигналов, как в скользящих временных окнах, так и по всей имеющейся выборке (т.н. метод агрегированных сигналов). Целью этих алгоритмов является выделение очень слабых нестационарных сигналов общего происхождения, имеющих как гармоническое колебательное поведение, так и резко нестационарного, всплескового характера, в многомерных временных рядах мониторинга с определением их характерных периодов (временных масштабов). Эти методы внедрены в практику анализа геофизической информации и активно используются в ряде академических, учебных и отраслевых организаций, как в

России, так и за рубежом. Методы являются достаточно универсальными, и нашли свое применение в задачах анализа сейсморазведочных, гидрологических, климатических и социологических временных рядов.

Другой целью направления является разработка методов предварительного анализа разномасштабных временных рядов с целью выделения безразмерных и не зависящих от конкретной физической природы измеряемого сигнала признаков поведения временного ряда в последовательных непересекающихся временных интервалах малой длины. Одной из наиболее перспективных методик в этом направлении является использование фрактальных и мультифрактальных свойств шумовой компоненты измеряемых величин, что особенно важно при анализе финансовых и социологических параметров. Статистические закономерности структуры шума, анализом которого часто пренебрегают, является важным источником скрытой информации о приближающихся резких изменениях свойств рассматриваемых объектов.

Конечной целью проекта является создание комплекса программ по совместному анализу большого числа временных рядов и представлению результатов анализа в виде наглядных графиков и частотно-временных диаграмм эволюции решающих статистик синхронного поведения, помогающих при принятии решений о приближении анализируемых объектов к критическим состояниям. Разрабатываемый комплекс может найти свое применение при прогнозе землетрясений, долгосрочном прогнозе наводнений, вариаций климата с временными масштабами 5-60 лет, прогнозе социологических параметров, долгосрочном планировании потребления природных ресурсов, оценке риска и ущерба от опасных природных явлений и планирования страховых мероприятий, смягчающих их последствия.

Ниже предлагаются для свободного использования некоторые исполняемые модули (exe-файлы) программ анализа многомерных временных рядов систем мониторинга, снабженные руководствами пользователя на русском языке с примерами применения. Загрузочные модули, за исключением интерактивной программы Spectra_Analyzer разведочного анализа свойств скалярных временных рядов, представляют собой консольные приложения с простым диалогом на английском языке.

01. Интерактивная программа Spectra_Analyzer для исследования (разведочного анализа) свойств скалярных временных рядов с руководством пользователя, оформленным в виде методического пособия для студентов старших курсов.

02. Программа PPeriod для выделения периодических компонент интенсивности в потоке событий (точечном процессе) с руководством пользователя, оформленным в виде методического пособия для студентов старших курсов.

03. Программы многомерной компенсации помех для задач низкочастотного геофизического мониторинга и для кросс-спектрального анализа временных рядов.

04. Вспомогательная программа MakeList для создания стандартного файла "list".

05. Программа SpectCohMes оценки эволюции спектральной меры когерентности поведения многомерного временного ряда в скользящем временном окне.

06. Программа AggF оценки Фурье-агрегированного сигнала многомерного временного ряда.

07. Программы WBRCM и WBRCM_mult оценки эволюции робастной вейвлетной меры когерентности многомерного временного ряда в скользящем временном окне.

08. Программы AggW и AggWR оценки вейвлет-агрегированного сигнала многомерного временного ряда.

09. Программа WaveSpectExp оценки эволюции вейвлетной спектральной экспоненты для группы временных рядов в скользящем временном окне.

10. Программа SingSpect оценки эволюции параметров мультифрактального спектра сингулярности для группы временных рядов в скользящем временном окне.

Литература.

Любушин А.А. «Анализ данных систем геофизического и экологического мониторинга». М.: Наука, 2007, 228с.