

ОБНАРУЖЕНИЕ ТОЧЕК ИЗМЕНЕНИЯ КАК ЗАДАЧА ВЫБОРА МОДЕЛИ

Джими БАЙКОВИЧУС, Ласло ГЕРЕНЦЕР

Для обнаружения точек изменения модели авторегрессионскользящего среднего в случае, когда после точек изменения продолжается медленный тренд, предложен новый метод. Он опирается на стохастическую теорию сложности, на основе которой сравниваются различные модели с различными точками изменения. Анализ оценивающей статистики дает возможность получить некоторые частные результаты. Проведено моделирование, которое показывает удивительно хорошие свойства предлагаемого метода при обнаружении изменений.

Ключевые слова: стохастические системы, стохастическая сложность, системы изменяющиеся во времени, рекурсивное оценивание, схема Льюнга, L -смешанные процессы, обнаружение разладки.

ПРОГНОЗ СТРУКТУРНОЙ НЕУСТОЙЧИВОСТИ В СТОХАСТИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ

Неруте КЛИГЕНЕ

Исследуется возможность прогнозирования катастрофических изменений, таких как пересечения высокого уровня, большая дисперсия, случайного процесса $\{X_t, t \in T\}$, до появления которых в реализации его осталось фиксированное время. Рассматриваются локально стационарные последовательности типа АРСС, наблюдения которых ведется длительное время. Задача решается построением функции тревоги и многомерной критической области, локализованной вблизи контура области устойчивости модели, попадание в которую означает, что с доверительным уровнем γ через заданное время $\tau > 0$ могут произойти катастрофические изменения на выходе системы. Вероятность ложной тревоги вычисляется в явном виде для процесса AR(1) и выражается через τ , γ и N – длину последней реализации процесса $\{X_t\}$.

Ключевые слова: нестационарные АР, прогноз структурной неустойчивости, τ -прогнозируемая катастрофа, область тревоги, вероятность ложной тревоги.

ОЦЕНКА МНОГИХ МОМЕНТОВ ИЗМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ В ДЛИННЫХ АВТОРЕГРЕССИОННЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЯХ

Антанас ЛИПЕЙКА, Иоана ЛИПЕЙКЕНЕ

Оценка многих моментов изменения свойств случайных последовательностей является сложной задачей из-за большого объема вычислений. Имеется целый ряд работ, в которых предложены субоптимальные способы решения этой задачи. Используя эти методы, нельзя найти глобальный максимум (или минимум) целевой функции. Известен метод оценки многих моментов изменения, основанный на использовании метода динамического программирования, который дает возможность найти глобальный максимум функции правдоподобия моментов изменения свойств. Применение его для сегментации речевых сигналов показало, что этот метод неудобен для анализа длинных случайных последовательностей. Поэтому возникла необходимость приспособить его для длинных ($N \geq 5000$) реализаций последовательностей.

В этой статье предложен алгоритм, который позволяет оценить много моментов изменения свойств в длинных случайных последовательностях без сложных манипуляций внешней и оперативной памятью компьютера. Представленный пример иллюстрирует работоспособность алгоритма.

Ключевые слова: авторегрессионная последовательность, моменты изменения свойств, динамическое программирование, сегментация речевых сигналов.

ПРОВЕРКА ГИПОТЕЗ В СМЕСЯХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ I

Иржи МИХАЛЕК

В работе рассматриваются проблемы, которые часто возникают на практике. Исследованный временной ряд состоит из смеси нескольких временных рядов, смешанных неизвестным для статистики образом. Ставятся две задачи. Первая задача – определить принадлежность последнего наблюдения, а вторая – разложить все наблюдения по компонентам смеси. В первой части статьи исследована вторая задача, когда наблюдения взаимно независимы и известно, что в смеси имеются только две компоненты. Показана связь с задачей обнаружения изменений в поведении временных рядов. Полученные результаты основаны на принципе Байеса. Строятся оптимальные байесовские решающие функции для получения искомого компонента.

Ключевые слова: проверка Байеса, проблема разладки, ошибка первого и второго рода.

**ПРОВЕРКА ГИПОТЕЗ В СМЕСЯХ
ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ II**

Иржи Михалек

В этой второй части статьи исследуется проблема сегментации данного временного ряда в компоненты, когда надо решить задачу – которой заранее известной компоненте принадлежит последнее наблюдение. Здесь предполагается, что временной ряд есть смесь стационарных частей с неизвестными средними спектральными функциями. Проблема решена приближением исследованной последовательности авторегрессионной моделью и с помощью сравнения прогноза на один шаг вперед с последним наблюдением. Показана очень глубокая связь с проблемой исследования изменения в поведении случайных последовательностей.

Ключевые слова: проверка Байеса, оценки Юлла-Валькера, скорость I -дивергенции, авторегрессионная модель.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ МНОГИХ ИЗМЕНЕНИЙ НЕСКОЛЬКИХ НЕИЗВЕСТНЫХ СОСТОЯНИЙ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Альгирдас-Миколас МОНТВИЛАС

Представлен существенно новый метод последовательного определения многих скачкообразных или медленных изменений нескольких неизвестных состояний динамических систем, основанный на последовательном нелинейном отображении многомерных векторов, определяющих состояния системы, в двумерные векторы так, чтобы сохранить внутреннюю структуру расстояний между векторами и представить ситуацию на экране персонального компьютера. Получены выражения для последовательного нелинейного отображения. Перед осуществлением последовательного наблюдения за состояниями системы и их различных изменений, вначале достаточно одновременного отображения только $M = 2$ векторов состояний. Этот метод позволяет наблюдать за состояниями системы и их изменениями практически неограниченное время. Приведены примеры, когда:

- (1) количество векторов состояний первоначального одновременного отображения $M = 4$ равно количеству состояний системы $S = 4$ и векторы представляют все стационарные состояния системы;
- (2) $M = 2$, $S = 4$;
- (3) так же как во (2) с той разницей, что в момент времени t_1 система медленно меняла свое состояние и находилась между третьим и вторым стационарными состояниями.

Ключевые слова: состояния динамических систем, последовательное определение изменений, последовательное нелинейное отображение.

ПРАКТИЧЕСКИЙ МЕТОД СЕГМЕНТАЦИИ И
ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ ДЛЯ
СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ
С ЧАСТО И СКАЧКООБРАЗНО
ИЗМЕНЯЮЩИМИСЯ СВОЙСТВАМИ

Эгидиус ОСТАШЯВИЧЮС

Часто решая практические задачи встречаются временные ряды с нестационарными свойствами. Один класс из таких нестационарностей является псевдо-стационарные временные ряды, которых можно трактовать как случайные процессы, в которых "переключения" между их стационарными частями являются скачкообразными и возникают часто. "Переключениями" между стационарными частями процесса выполняет ненаблюдаемый управляющий процесс.

В этой работе изложен практический метод сегментации и оценки параметров модели для случайного процесса. Псевдо-стационарный случайный процесс со скачкообразно изменяющимися свойствами делится на стационарные сегменты. Каждый сегмент описывается моделью авторегрессии, а "переключения" управляют цепью Маркова, которая характеризует частоту "переключений". Для сегментации случайного процесса и неизвестных параметров используется метод максимального правдоподобия. Приведен пример с модельными данными.

Ключевые слова: случайный процесс, сегментация, оценка максимального правдоподобия, псевдо-стационарные временные ряды, модель авторегрессии.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОРЯДКА МОДЕЛИ
НА ОСНОВАНИИ РОБАСТНЫХ ПРОЦЕДУР
ПРОВЕРКИ ГИПОТЕЗ**

Римантас ПУПЕЙКИС

В математической статистике широко применяются параметрические модели и, особенно, гауссовская модель. Однако на практике эта модель вряд ли будет иметь место, а поэтому классическая теория проверки статистических гипотез и правила принятия решений, основанные на ней, окажутся неработоспособными. Все таки в настоящее время методы классической статистики часто применяются для идентификации динамических систем и процессов на основании обработки больших массивов данных. Очевидно, что их применение в отмеченном случае несобоснованно.

Настоящая работа посвящена применению робастных гипотез математической статистики для определения порядка математических моделей динамических систем, описываемых линейными разностными уравнениями (1) – (6). Разработано робастное правило принятия решений (10) при очень больших и очень малых выбросах в данных. Приведены результаты статистического моделирования и определения порядка динамической системы 2-ого порядка вида (27), которые подтвердили работоспособность разработанных робастных процедур проверки гипотез (табл. 1).

Ключевые слова: порядок модели, выброс, робастность, робастной вывод.

О ПРИНЦИПАХ ИНВАРИАНТНОСТИ В АЛГОРИТМАХ ИДЕНТИФИКАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ

Джордж ИН, Бен ФИТЗПАТРИК

Рассматривается класс алгоритмов идентификации систем распределенных параметров, основанных на минимизации критерия наименьших квадратов. В практике такие системы часто возникают в форме частичных дифференциальных уравнений или дифференциальных уравнений с задержкой, которые имеют неизвестные параметры. Функционал наименьших квадратов используется для выбора этих параметров, чтобы решение дифференциальных уравнений наиболее соответствовало наблюдаемым данным. В работе рассматривается влияние данных шума на оценку параметров.

Основное внимание уделено для создания эстиматора принципов слабой и сильной инвариантности. Используя методы слабой сходимости доказано функциональная центральная предельная теорема. Получена оценка скорости сходимости в зависимости от количества испытаний. Полученные принципы инвариантности дают точные оценки скорости сходимости, имеющие важное значение при планировании экспериментов.

Ключевые слова: идентификация, системы распределенных параметров, стохастическая оптимизация, принцип инвариантности.