

МОТТЛЬ В.В., МУЧНИК И.Б. Скрытые марковские модели в структурном анализе сигналов. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 1999. — 352 с. — ISBN 5-9221-0040-8.

Монография посвящена комплексному изложению задач, теоретических методов и алгоритмов применения ЭВМ для анализа экспериментальных данных, упорядоченных вдоль оси некоторого аргумента, главным образом, сигналов. Задачи и алгоритмы структурного анализа сигналов рассмотрены как задачи и алгоритмы распознавания образов и обнаружения изменений свойств случайных процессов. Изложение базируется на концепции скрытых марковских моделей, позволяющих строить алгоритмы структурного анализа сигналов как корректные и реализуемые вычислительные процедуры принятия статистических решений.

Книга предназначена для инженеров, разрабатывающих алгоритмы анализа сложных сигналов различной природы, прикладных математиков, разрабатывающих вопросы анализа случайных процессов и распознавания образов, а также для аспирантов и студентов кибернетических специальностей высших учебных заведений.

Табл. 6. Ил. 58. Библиогр. 219 назв.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	6
Глава 1. Введение	
1.1. Практические задачи структурного анализа сигналов	11
1.2. Классические постановки задачи обучения распознаванию образов	17
1.3. Постановки задачи обнаружения изменений свойств случайных процессов	22
1.4. Специфика анализа сигналов со сложной структурой	25
1.5. Динамический подход к проблеме распознавания образов	27
Глава 2. Основные модели и задачи структурного анализа сигналов	34
2.1. Базовые модели источника данных и задачи распознавания	34
2.1.1. Общая базовая модель источника данных и задача распознавания потока случайных событий (34).	
2.1.2. Базовая детерминированная модель источника данных и задача распознавания последовательности событий с фиксированной грубостью (37).	
2.2. Общая характеристика задач обучения и самообучения	40
2.3. Модели скрытой последовательности событий	43
2.4. Модели реакции на отдельное событие	45
2.5. Модели наблюдаемого процесса	49
2.6. Сопровождающий случайный процесс скрытого потока событий: априорные и апостериорные вероятностные свойства	50
2.7. Некоторые частные вероятностные модели сигналов	57
2.7.1. Бесфазовая модель — условно марковский случайный процесс, управляемый марковской цепью (57).	
2.7.2. Случайный процесс с фрагментами повторяющейся формы (61).	
Глава 3. Условно марковский случайный процесс с многократно изменяющимися вероятностными свойствами	
3.1. Марковская модель изменения вероятностных свойств и апостериорный поток событий	65
3.2. Основные задачи анализа сигналов	69
3.3. Точные алгоритмы сегментации	71
3.3.1. Функции потерь (71).	
3.3.2. Динамическое программирование: алгоритм для сингулярной функции потерь (74).	
3.3.3. Поточечная классификация: алгоритм для аддитивной функции потерь (76).	
3.4. Реализация точных алгоритмов сегментации в реальном времени	79
3.4.1. Предварительные замечания (79).	
3.4.2. Алгоритм динамического программирования (80).	
3.4.3. Алгоритм поточечной классификации (84).	
3.5. Разладочный алгоритм сегментации	88
3.6. Оценивание количественных параметров модели	93
3.6.1. Предварительные замечания (93).	
3.6.2. Метод максимального правдоподобия (96).	
3.6.3. Метод обратной связи (106).	
3.6.4. Метод стохастической аппроксимации (110).	
3.6.5. Результаты экспериментов (120).	

Глава 4. Оценивание структурных параметров модели условно марковского случайного процесса с многократно изменяющимися вероятностными свойствами	125	7.2. Пространство признаков и критерий обучения	210
4.1. Проблема оценивания	127	7.3. Алгоритм обучения	213
4.2. Информационный критерий Акаике и его свойства	130	7.4. Вычисление градиента логарифмической функции апостериорной вероятности	215
4.3. Непосредственная проверка статистических гипотез	132	7.5. Алгоритмы распознавания	218
4.4. Оценивание числа классов и порядков моделей в классах с использованием информационного критерия Акаике	132	7.6. Выбор признаков локальной формы сигнала	219
4.4.1. Общая схема оценивания (132). 4.4.2. Алгоритм максимального правдоподобия для оценивания порядков авторегрессии при фиксированном числе классов (134). 4.4.3. Оценивание числа классов при известных порядках частных моделей (136). 4.4.4. Алгоритм с обратной связью для оценивания порядков авторегрессии при фиксированном числе классов (137).		Глава 8. Решающие правила и алгоритмы распознавания последовательности событий для детерминированной модели источника данных	
4.5. Оценивание числа классов и порядков моделей в классах методом проверки статистических гипотез	139	8.1. Дискриминантные функционалы	223
4.5.1. Предварительные замечания (139). 4.5.2. Оценивание числа классов методом проверки статистических гипотез (алгоритм «склеивания» выборов) (139). 4.5.3. Алгоритм с обратной связью оценивания порядков авторегрессии при фиксированном числе классов методом проверки статистических гипотез (145).		8.2. Разрешимость задачи распознавания	228
4.6. Результаты экспериментов	146	8.3. Алгоритмы распознавания	235
Глава 5. Обобщенный случайный процесс с локальными возмущениями: оптимальные решающие правила и алгоритмы распознавания потока событий		Глава 9. Обучение распознаванию последовательностей событий для детерминированной модели источника данных	
5.1. Постановка задачи распознавания	153	9.1. Постановка задачи обучения	244
5.2. Функция потерь	157	9.2. Алгоритмы обучения	246
5.3. Оптимальные решающие правила распознавания	160	9.3. Сходимость процесса обучения	255
5.4. Алгоритмы распознавания для сингулярной функции потерь	165	9.4. Выбор базисных функционалов	264
5.4.1. Общий алгоритм (165). 5.4.2. Алгоритмы для частных моделей сигнала (167).		9.5. Пример выбора базисных функционалов	266
5.5. Алгоритмы распознавания для аддитивной функции потерь	169	Глава 10. Векторные случайные процессы и случайные поля со скачкообразно изменяющимися вероятностными свойствами	
5.5.1. Общий алгоритм (169). 5.5.2. Алгоритмы для частных моделей сигнала (172).		10.1. Специфика структурного анализа векторных сигналов и двумерных полей данных	271
Глава 6. Обучение и самообучение распознаванию потока событий: параметрический подход		10.2. Модельное представление о двумерном массиве данных как о реализации случайного поля с изменяющимися вероятностными свойствами	275
6.1. Постановка задачи обучения	173	10.3. Модель двумерного поля данных относительно отдельной строки	280
6.2. Оценивание параметров моделей потока событий и реакции на события каждого класса	175	10.4. Алгоритм классификации элементов двумерного поля данных	283
6.2.1. Оценки максимального правдоподобия (175). 6.2.2. Вычисление оценок параметров для частных моделей сигналов (176).		10.5. Сходимость алгоритма классификации	288
6.3. Сходимость процесса обучения	179	Глава 11. Примеры решения прикладных задач структурного анализа сигналов и полей данных	
6.3.1. Обучение как оценивание корня счетной системы уравнений регрессии и условия состоятельности оценок (179). 6.3.2. Общие условия состоятельности оценок параметров модели данных в процессе параметрического обучения (183). 6.3.3. Доказательства теорем о сходимости процесса обучения (187).		11.1. Исследование процесса длительного поддержания позы человеком на основе иерархической модели данных физиологических экспериментов	291
6.4. Обобщенная параметрическая задача разделения смеси распределений с зависимыми гипотезами и зависимыми наблюдениями	194	11.1.1. Дискретная модель данных физиологических экспериментов (291). 11.1.2. Описание эксперимента и структура экспериментального материала (293). 11.1.3. Исследование элементарных программ действия (295). 11.1.4. Исследование иерархии программ действия (299). 11.1.5. Анализ взаимосвязи типовых режимов на разных компонентах полиграммы (305). 11.1.6. Результаты исследования (308).	
6.5. Самообучение методом максимального правдоподобия	196	11.2. Обучение распознаванию событий и составе сейсмических сигналов вулканического происхождения	309
6.5.1. Функция правдоподобия (196). 6.5.2. Общая схема алгоритма (197). 6.5.3. Вычисление оценок параметров для частных моделей сигналов (202).		11.2.1. Структура сейсмических сигналов (309). 11.2.2. Результаты обучения и распознавания (311).	
6.6. Самообучение методом обратной связи	203	11.3. Диагностика биений валков стана холодной прокатки	315
6.6.1. Общая схема алгоритма (203). 6.6.2. Вычисление очередных приближений сегментации и оценок параметров для частных моделей сигналов (205).		11.3.1. Задача определения причин разнотолщинности прокатанной полосы (315). 11.3.2. Алгоритм диагностики клетки типа дуо (321). 11.3.3. Алгоритм диагностики многовалковой клетки (322).	
Глава 7. Обучение распознаванию потока событий: прямое восстановление апостериорного потока		11.4. Автоматическое расчленение геологического разреза по данным сейсморазведки	324
7.1. Основная схема обучения	207	11.4.1. Специфика задачи расчленения сейсмического разреза как задачи классификационного анализа двумерного поля данных (324). 11.4.2. Алгоритм построения поля горизонтальной корреляции сейсмического разреза (330). 11.4.3. Алгоритм расчленения сейсмического разреза (332).	
		Основные обозначения	336
		Список литературы	340