

2. Ромм Я.Е. Бесконфликтные и устойчивые методы детерминированной параллельной обработки: дисс. ... докт. техн. наук. – Таганрог: ТРТУ, 1998. – 546 с.; ВНИИ Центр. – № 05.990.001006.
3. Ромм Я. Е., Фирсова С.А. Минимизация временной сложности вычисления функций с приложением к цифровой обработке сигналов. – Таганрог: Изд-во ТГПИ, 2008. – 125 с.
4. Аксайская Л.Н. Разработка и исследование параллельных схем цифровой обработки сигналов на основе минимизации временной сложности вычисления функций: автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – Таганрог: ТТИ ЮФУ, 2008.
5. Ромм Я.Е. Локализация и устойчивое вычисление нулей многочлена на основе сортировки. Ч. II // Кибернетика и системный анализ. – Киев, 2007. – № 2. – С. 161-174.
6. Гусак А.А. Высшая математика в 2-х т. Т. 2. – Минск: ТетраСистемс, 2003. – 448 с.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор Л.П. Фельдман.

Голиков Александр Николаевич

ГОУ ВПО «Таганрогский государственный педагогический институт».

E-mail: golicov89@mail.ru.

347936, г. Таганрог, ул. Инициативная, 48.

Тел.: 88634601535.

Golikov Alexander Nikolaevich

State Educational Institution of Higher Professional Education «Taganrog State Pedagogical Institute» post-graduate student of chair of computer science.

E-mail: golicov89@mail.ru.

48, Inicativnaya Street, Taganrog, 347936, Russia.

Phone: +78634601535.

УДК 621.391.2:57.08

Д.А. Краснобаев

АЛГОРИТМ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО РАСПОЗНАВАНИЯ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ С ПАТОЛОГИЯМИ И ЕГО РЕАЛИЗАЦИЯ В ПРОГРАММНОМ ПАКЕТЕ MATLAB

Рассматривается алгоритм параметрического распознавания реализаций медико-биологических процессов с патологиями. В качестве модели электроэнцефалограмм (ЭЭГ), предназначенной для исследования эффективности методов распознавания, выбраны стационарные эргодические случайные процессы, преобразуемые нелинейными процедурами с целью получения эффективных признаков для распознавания. Приведены блок-схемы алгоритмов обучения и классификации для данного метода, а также результаты эксперимента. Реализация алгоритма проведена в программной среде MATLAB.

Параметрическое распознавание; байесовский классификатор; решающее правило; ковариационные матрицы; электроэнцефалограмма.

D.A. Krasnobayev

ALGORITHM OF PARAMETRICAL RECOGNITION OF MEDICAL AND BIOLOGIC PROCESSES WITH PATHOLOGIES AND ITS REALISATION IN SOFTWARE PACKAGE MATLAB

The algorithm of parametrical recognition of realisations of medical and biologic processes with pathologies is considered. Stationary ergodic casual processes are used as electroencephalogram (EEG) signals, which are transformed by nonlinear procedures for the purpose of reception of effective signs for recognition. The block diagrams teaching and classification algorithms for

this method and experimental investigation is resulted. Realisation of algorithm modeling in MATLAB.

Parametrical recognition; Bayesian classifier; decision rule; covariance matrix; electroencephalogram.

В общем случае процесс распознавания состоит в том, что система распознавания на основе сопоставления апостериорной информации относительно каждого поступившего на вход системы объекта (или явления) с априорным описанием классов принимает решения о принадлежности этого объекта (явления) к одному из классов. Структурная схема параметрического классификатора случайных процессов имеет вид, представленный на рис.1. При построении решающего правила для параметрического метода, использующего оптимальный байесовский классификатор, используют теорию статистических решений, в соответствии с которой решающую функцию для класса ω_i можно записать в виде [1]

$$d_i(x) = \ln p(\omega_i) \frac{1}{2} \ln |C_i| \frac{1}{2} [(xm_i)' C_i^{-1} (x - m_i)] \quad i = 1, 2, \dots, M, \quad (1)$$

где C_i , m_i – ковариационная матрица и математического ожидания образов i -го класса; M – число классов.

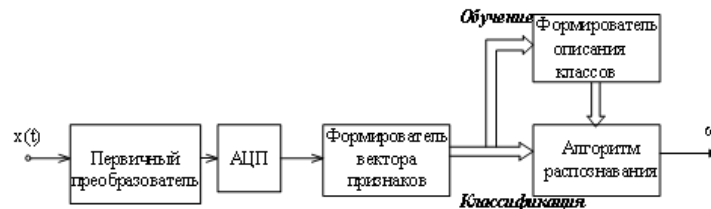


Рис. 1. Структурная схема параметрического классификатора

Для реализации решающей функции необходимо для каждого класса хранить вектор средних, ковариационную матрицу, скаляр. Рассмотрим алгоритмы классификации и обучения для данного классификатора в программном пакете MATLAB для медико-биологических процессов. В процессе исследования диагностических признаков, используемых специалистами-нейрофизиологами для анализа ЭЭГ, выяснено, что состояние головного мозга, при отсутствии в регистрируемых данных артефактов и эпилептиформной активности, определяется на основе наличия спектральных составляющих различных частотных диапазонов (δ , θ , α и β) и значений их амплитуд, присутствующих в текущей ЭЭГ. Это дает возможность применять методы распознавания с использованием признаков, сформированных путем преобразования регистрируемых данных (ЭЭГ) в редуцированную форму представления, учитывающую диагностически значимые параметры исходных процессов. При использовании реальных сигналов ЭЭГ необходимо провести процедуры сегментации исходных сигналов. Предлагается использовать нормальные случайные процессы с экспоненциально-косинусной корреляционной функцией

$$K_x(\tau) = \sigma_x^2 \exp(-\tau/\tau_k) \cos(2\pi F \tau), \quad (2)$$

где σ_x – среднеквадратическое отклонение процесса $X(t)$; τ_k , F – параметры, характеризующие скорость затухания и частоту осцилляции корреляционной функции.

Блок-схема алгоритма обучения диагностической системы приведена на рис. 2. Для получения данных моделей, случайный процесс с нормальным распределением необходимо пропустить через фильтр с заданными параметрами. Сначала задаем вид импульсной характеристики, затем генерируем случайный процесс с нор-

мальным распределением и необходимыми математическим ожиданием и дисперсией, а также вид фильтра с определенными параметрами. В следующем этапе моделируем реализации процессов, диагностически соответствующих 4 группам пациентов. Далее определим корреляционную функцию для каждого из классов. Реализации процессов и их корреляционные функции изображены на рис. 3.

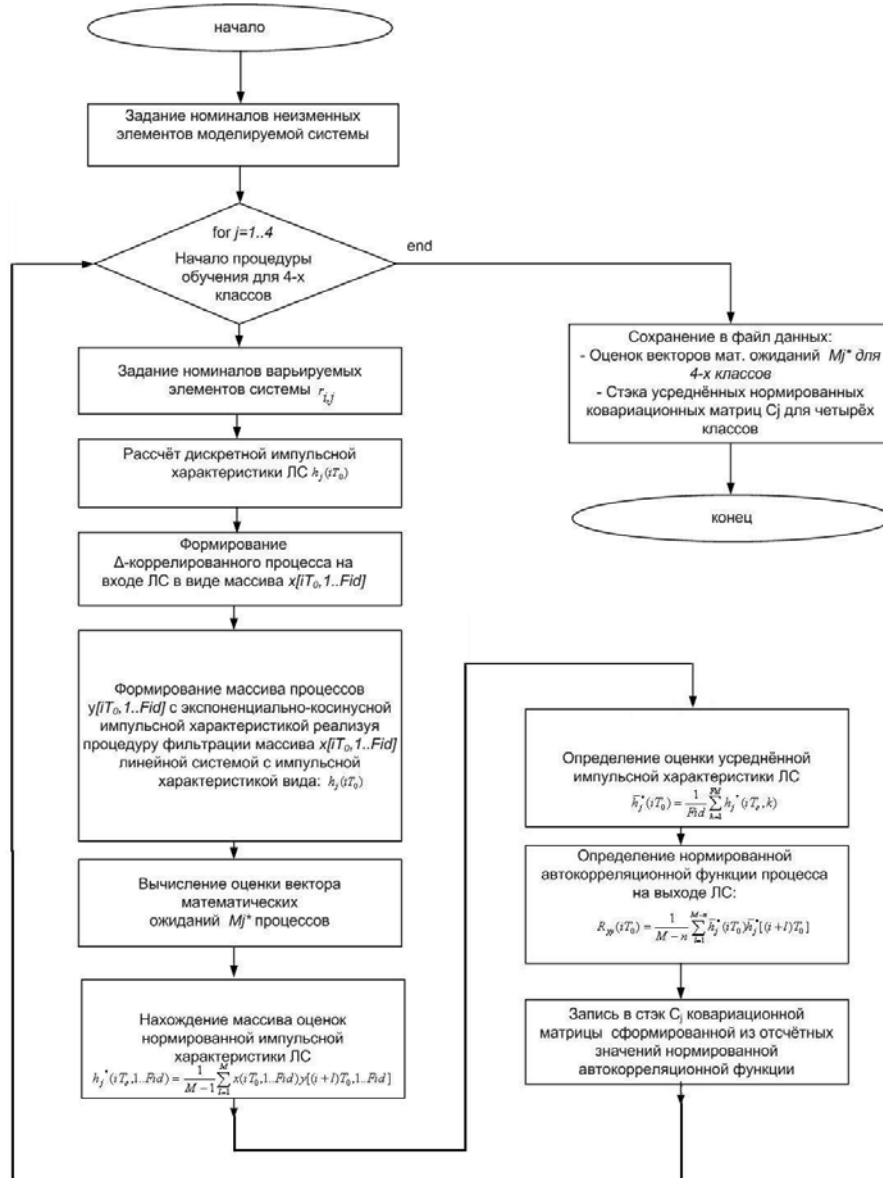


Рис. 2. Блок-схема алгоритма обучения диагностической системы

Для каждого класса сформируем нормированные ковариационные матрицы и рассчитаем вектор средних значений. Затем запишем полученные данные в память. На этом процесс обучения закончен. Блок-схема алгоритма классификации диагностической системы приведена на рис. 4.

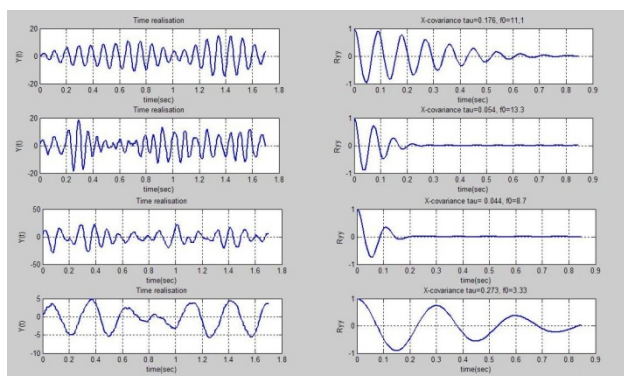


Рис. 3. Реализации процессов, диагностически соответствующих четырем группам пациентов, и их корреляционные функции

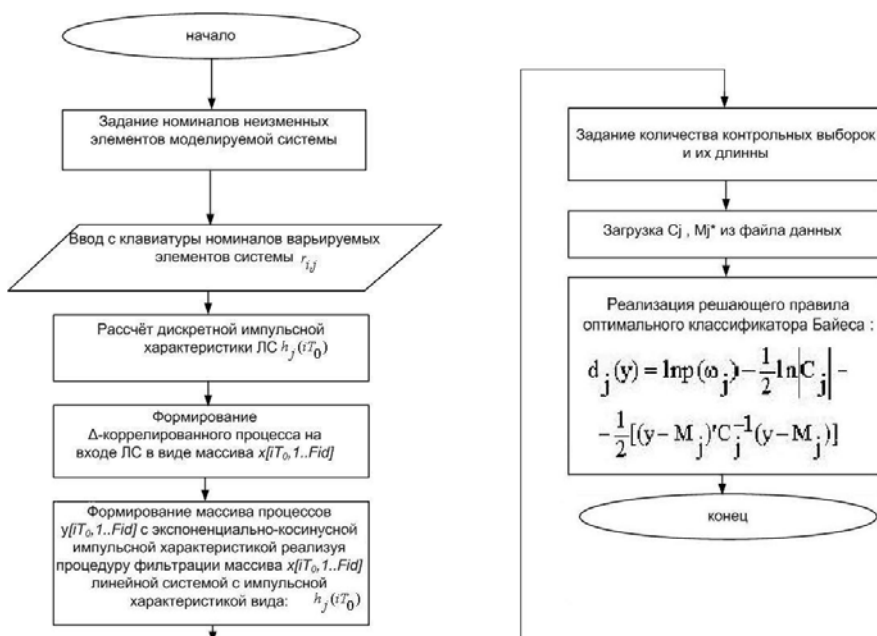


Рис. 4. Блок-схема алгоритма классификации диагностической системы

Решающее правило для байесовского классификатора (1) реализовано в виде функции [3], где в качестве задаваемых параметров используются математическое ожидание и ковариационные матрицы для каждого класса, рассчитанные в программе обучения, а также сам распознаваемый сигнал. После расчета программа выдает номер класса. Задав цикл, до N испытаний, рассчитаем достоверность классификации исследуемых процессов. Данные формируются в массив, далее строится гистограмма, отражающая количество попадания заданных сигналов в каждый класс. Данные гистограмм и оценки параметров корреляционной функции ЭЭГ-процессов, диагностически соответствующих 4 группам пациентов, приведены в таблице. Можно сделать вывод, что некоторые классы сильно пересекаются.

Таблица

Класс сигналов	T_k , с	F, T ₄	Вероятность правильной классификации (при N=100), %
Норма	0,176	11,1	85
Умеренные нарушения	0,054	13,3	74
Дети	0,044	8,7	80
Эпилепсия	0,273	3,33	92

В заключение следует отметить, что использование решающего правила, построенного на основе алгоритма оптимального байесовского классификатора (1), согласно теории статистических решений обусловлено тем, что в качестве признаков используются отсчетные значения автокорреляционной функции нормального случайного процесса, прошедшего узкополосную линейную систему.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ту Дж., Гонсалес Р. Принципы распознавания образов: Пер. с англ. – М.: Мир, 1978. – 416 с.
2. Гонсалес Р., Вудс Р., Эддингс С. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB. – М.: Техносфера, 2006. – 616 с.
3. Шабанов Д.В. Исследование методов обработки ЭЭГ-сигналов с целью решения задач классификации в медицинских диагностических системах: дисс. ... канд. техн. наук. – Таганрог, 2007. – 147 с.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор А.Ф. Бабякин.

Краснобаев Дмитрий Анатольевич

Технологический институт федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге.

E-mail: fcb-seth@inbox.ru.

347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44.

Тел.: 88634371626.

Krasnobayev Dmitry Anatolievich

Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”.

E-mail: fcb-seth@inbox.ru.

44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia.

Phone: +78634371626.