

приводят к снижению гликоделина в менструальной крови, что определяет репродуктивный прогноз. Полученное уравнение позволит прогнозировать репродуктивные нарушения у девочек с ГСПП по содержанию гликоделина в менструальной крови.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Киселев С.И., Макиян З.Н., Осипонова А.А.* Факторы нарушения фертильности и их коррекции у женщин с аномалиями матки // Репродуктивные проблемы. Первый международный конгресс по репродуктивной медицине. – М.: Медиа-сфера, 2006.
2. Репродуктивное здоровье, беременность и роды у подростков / под ред. *Т.С.Быстрицкой, О.Г.Путинцевой.* – Благовещенск, 2005. – 254с.

E-mail: cfpd@amur.ru.

УДК 519.6

Л.Г. Акулов, Д.С. Харин, Ю.П. Муха, д-р техн. наук
(Волгоградский государственный технический университет)

МЕТОД ОПОРНЫХ ВЕКТОРОВ В ЗАДАЧАХ ВЫЯВЛЕНИЯ СОСТОЯНИЙ БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Описывается метод опорных векторов в задачах идентификации биологических систем по генерируемым ими сигналам. Приводятся примеры речевых сигналов и основывается применимость для ЭЭГ.

Ключевые слова: опорные векторы, речевой аппарат человека, ЭЭГ, спектр, разделение, цифровая обработка сигналов, идентификация, временной ряд.

Задача выявления особенностей биологических систем по генерируемым ими сигналам носит актуальный характер. В частности, при диагностике заболеваний важно отделять одно состояние системы, условно называемое «норма», от состояния «патология». Для этого необходимо решить проблему определения параметров нормы и параметров патологии. Классическим решением является сравнение пары систем, признанных экспертами принадлежащими к разным классам. Зная параметры этой пары, можно их принять за эталон и неизвестную систему сравнивать с этими параметрами.

В пространстве параметров возникает задача проведения некоей гиперплоскости, разделяющей его на два подпространства. В частности, при анализе электроэнцефалограмм есть проблема отделения ЭЭГ активности от артефактов различной природы, задача отделения нормальной активности от патологической. Эти задачи могут быть решены, например, методами адаптивной фильтрации [1], однако работают они не всегда.

Кроме того, при исследовании вызванных потенциалов головного мозга тоже можно устойчиво выявлять состояния, в которых он находится [2].

Задача разделения актуальна и для речевых сигналов. Например, ранее делались попытки восстановления каждого из пары аддитивно смешанных сигналов на основе априорно известных спектральных характеристик каждого из сигналов [3]. В этом случае гиперплоскость не строилась, а преобразования были основаны исключительно на прямом и обратном Фурье-преобразовании.

В 60-70-е гг. коллективом советских математиков под руководством В. Н. Вапника был разработан метод обобщенного портрета, основанный на построении оптимальной разделяющей гиперплоскости [4, 5, 6]. Требование оптимальности заключалось в том, что обучающие объекты должны быть удалены от разделяющей поверхности настолько далеко, насколько это возможно. В 90-е гг. метод получил мировую известность и после некоторой переработки и серии обобщений стал называться машиной опорных векторов (support vector machine, SVM).

Целью SVM алгоритма является разработка вычислительно эффективной процедуры использования обучающего множества $T = \{(x_i, d_i)\}$ для поиска оптимальной гиперплоскости, удовлетворяющей ограничению:

$$d_i(w^T x + b) \geq 1 \text{ для } i = 1, 2, \dots, N,$$

где x – входной вектор; w – настраиваемый вектор весов; b – порог.

Данную задачу можно решить с помощью метода множителей Лагранжа, построив сначала функцию Лагранжа:

$$J(w, b, \alpha) = \frac{1}{2} w^T w - \sum_{i=1}^N \alpha_i [d_i (w^T x_i + b) - 1],$$

где дополнительные неотрицательные переменные α_i – это так называемые множители Лагранжа (Lagrange multiplier). Решение задачи условной оптимизации определяется седловой точкой (saddle point) функции Лагранжа $J(w, b, \alpha)$, которую необходимо минимизировать по w и b , одновременно максимизируя по α .

Определив оптимальные множители Лагранжа $\alpha_{o,i}$, можно вычислить оптимальный вектор весовых коэффициентов w : $w = \sum_{i=1}^n \alpha_i d_i x_i$. Для вычисления опти-

мального значения порога b_o можно использовать полученное значение w_o :

$$b_o = 1 - w_o^T x^{(s)} \text{ для } d^{(s)} = 1.$$

Пример работы SVM покажем на распознавании женского и мужского голосов. Для простоты распознавания мужского и женского голосов были записаны несколько пар файлов с произношением буквы «а». После чего реализовывалось преобразование Фурье для сигналов из этих файлов и строился график спектральной плотности, на котором можно было выделить частоты с максимальной амплитудой спектра.

Затем, взяв значения частоты, на которых амплитуда спектра максимальна, и значение спектральной мощности в данной точке по данным графикам, можно построить оптимальную разделяющую гиперплоскость в пространстве этих переменных. После чего появится возможность проводить классификацию голосов, половая принадлежность которых неизвестна. Пример разделяющей гиперплоскости (в нашем двумерном случае это кривая на плоскости) приведен на рис. 1.

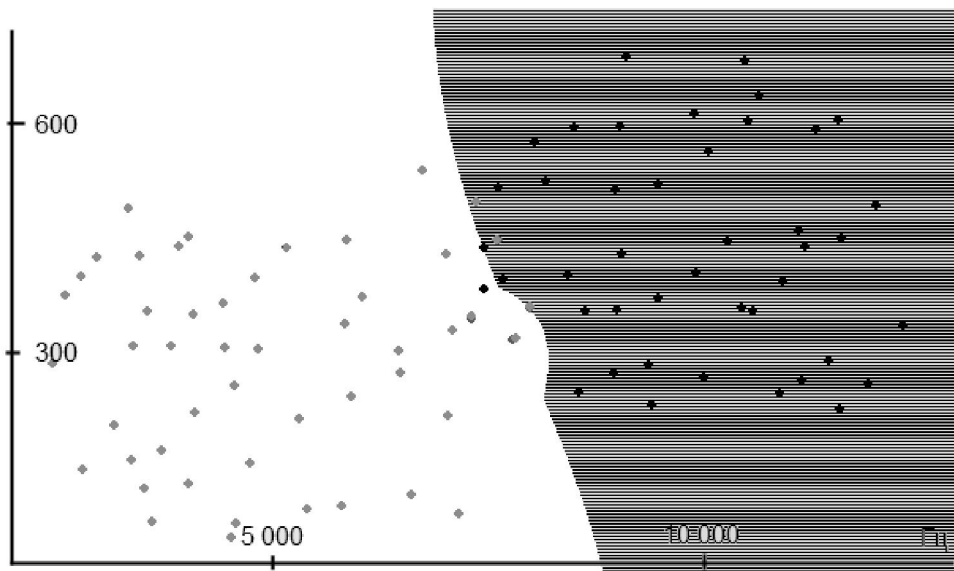


Рис. 1. Оптимальная разделяющая гиперплоскость.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акулов Л.Г., Ю.П. Муха Адаптивные методы в электроэнцефалографических измерениях // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. 2007. №5. С. 45-51.
2. Sanei S., Chambers J. EEG signal processing. Chippenham: Wiley, 2007. 313 p.
3. Сафонов И.В., Акулов Л.Г. Спектрально-корреляционный метод разделения сигналов // XII Региональная конференция молодых исследователей Волгоградской области: тез. докладов. Волгоград: РПК "Политехник", 2008. С. 207-208.
4. Вапник В. Н. Теория распознавания образов. М.: Наука, 1974. 416 с.
5. Вапник В. Н. Восстановление зависимостей по эмпирическим данным. М.: Наука, 1979. 448 с.
6. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс: пер. с англ., 2-е издание. М.: "Вильямс", 2006. 1104 с.

E-mail: TinyLeo@mail.ru.

УДК 684.511

В.М. Еськов, д-р физ.-мат. наук, д-р биол. наук,
М.А. Филатов, канд. биол. наук, **Ю.В. Добрынин**, канд. мед. наук, **В.В. Еськов**
 (Сургутский государственный университет)

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕЧЕБНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА С ПОМОЩЬЮ МАТРИЦ РАССТОЯНИЙ

Представлен новый метод оценки эффективности любого биологического воздействия на организм человека на базе расчета матриц расстояний в фазовом пространстве состояний.

Ключевые слова: фазовое пространство, квазиаттрактор, компартмент.

Для интегративной оценки эффективности лечебного или физкультурно-спортивного воздействия для разных групп пациентов или для разных групп лю-