

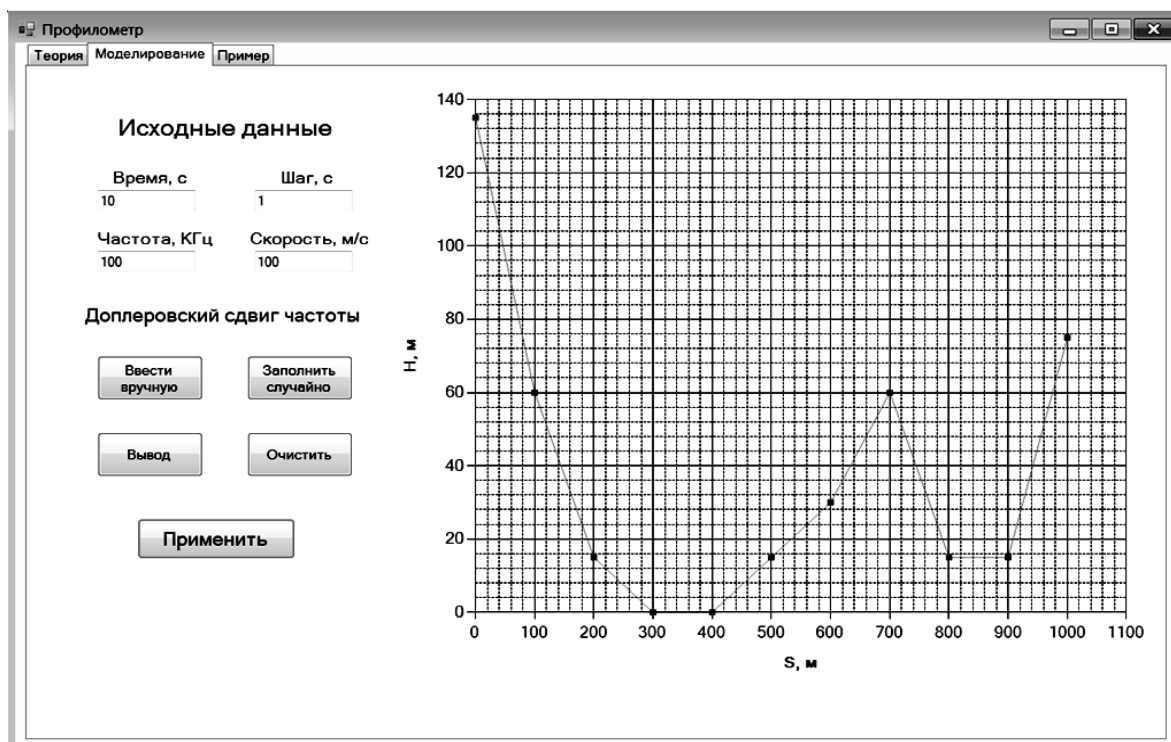


Рис. 3. Интерфейс программы, моделирующей работу измерителя профиля на эффекте Доплера

зера, время между измерениями и скорость летательного средства. Оценена погрешность восстановленного профиля. Если профиль задан функцией $\sin t + 2/5 \cdot \sin 5t$, то при скорости 100 м/с и шаге 0,5 с погрешность восстановления профиля составит 60 см. Если шаг уменьшить до 0,1 с, то максимальная погрешность составит приблизительно 10 см. При уменьшении шага до 0,05 с, погрешность равна 5 см.

Из алгоритма работы профилометра следует, что в расчетные соотношения не входит высота полета летательного аппарата, т. е. погрешность измерений не зависит от стабильности поддержания высоты полета, а определяется лишь разрешением по частоте блока измерения частоты доплеровского сигнала.

Литература

1. Козлов В. Л. Способ измерения профиля земной поверхности посредством лазера / Патент РБ № 12471 30.10.2009.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ МАШИНЫ НА ОПОРНЫХ ВЕКТОРАХ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЗВУКОВЫХ СИГНАЛОВ

П. Е. Ковалец

В настоящее время в задачах обработки звуковых сигналов используются довольно сложные алгоритмы анализа данных. Одной из акту-

альных задачах акустического анализа является задача обнаружения патологий голосового тракта, для решения которой используются как методы спектрального анализа, так и методы классификации. Для выбора параметров этих алгоритмов чаще всего используется не достаточно эффективный метод поиска по сетке [1]. В тоже время существует большое количество методов оптимизации, которые позволяют значительно сократить время поиска оптимальных параметров [2].

МАШИНА НА ОПОРНЫХ ВЕКТОРАХ

Метод опорных векторов, впервые предложенный Вапником [3], принадлежит к семейству линейных классификаторов, также известен как метод классификатора с максимальным зазором.

Конкретная реализация метода опорных векторов чаще всего называется машиной на опорных векторах. Наиболее простой является машина на опорных векторах для случая линейно разделимой выборки. Однако она практически не применима на практике, так как реальные данные очень редко бывают строго линейно разделимы.

Поэтому для прикладных задач используются подходы, позволяющие расширить класс решаемых машиной на опорных векторах задач. Примерами таких подходов являются машина на опорных векторах с мягким зазором и использование нелинейных ядер вместо линейного скалярного произведения. Однако все эти подходы имеют ряд параметров, выбор которых является нетривиальным.

ОБНАРУЖЕНИЕ ПАТОЛОГИЙ ГОЛОСОВОГО ТРАКТА

В работе [4] предложен алгоритм обнаружения патологий голосового тракта, который включает в себя два этапа – выделение признакового описания участка сигнала и последующую классификацию данного участка. Данный алгоритм был использован для построения 8-и мерных векторов признаков, вычисленных на основе гласного звука «А», произнесенного здоровыми людьми, и людьми с патологиями голосового тракта. В результате была получена база векторов признаков, которая явилась основой для проведения эксперимента в данной работе.

В качестве классификатора была использована машина на опорных векторах с мягким зазором, а также переход к спрямляющему пространству более высокой размерности, для чего было применено составное ядро, построенное на основе линейного ядра и радиальной базисной функции. Ограничимся правилом линейной комбинации для построения

составного ядра, которое вытекает из теоремы Мерсера [5]. Таким образом, составное ядро будет иметь вид

$$k(\vec{x}_i, \vec{x}_j) = C_{linear}(\vec{x}_i \cdot \vec{x}_j) + C_{RBF} * e^{-\gamma \|\vec{x}_i - \vec{x}_j\|^2},$$

где C_{linear} , C_{RBF} – коэффициенты при линейном ядре и радиальной базисной функции соответственно, γ – параметр радиальной базисной функции.

Эти три параметра, а также коэффициент штрафов C машины на опорных векторах с мягким зазором и составили набор параметров для оптимизации.

ОПТИМИЗАЦИЯ МАШИНЫ НА ОПОРНЫХ ВЕКТОРАХ

Значение целевой функции задачи оптимизации $F(\vec{x})$ вычислялось как средняя частота правильной классификации, полученная при проведении процедуры перекрестной проверки (скользящего контроля) для классификатора, настроенного с помощью набора параметров $\vec{x}$ (рис. 1).

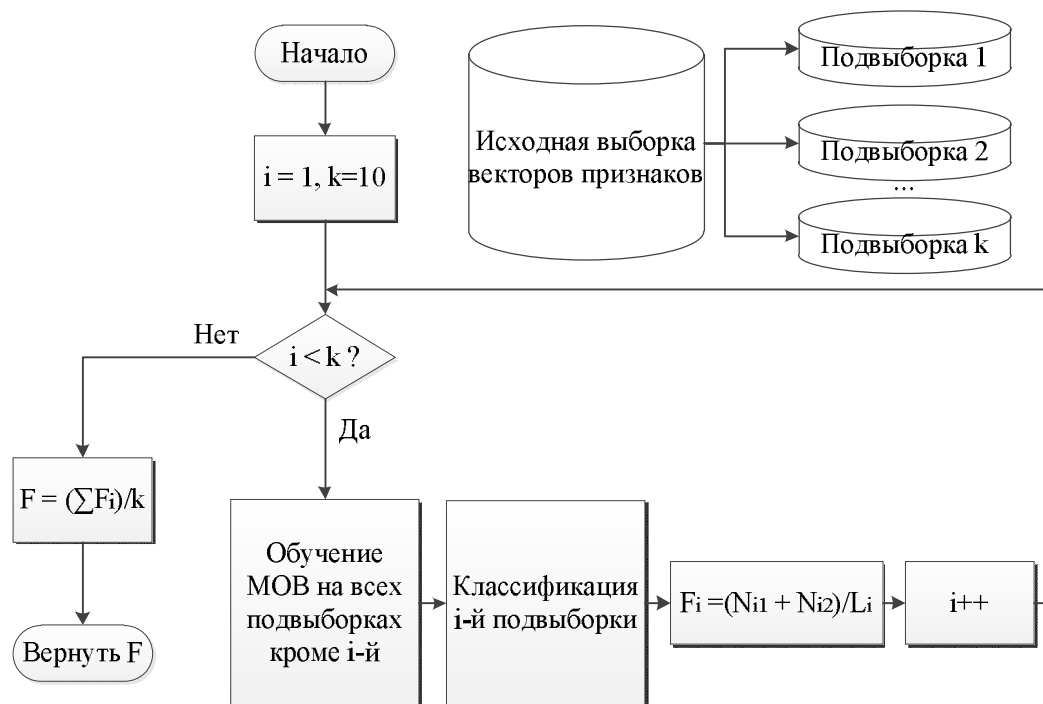


Рис. 1. Алгоритм вычисления целевой функции

Для решения поставленной задачи оптимизации были выбраны и реализованы на языке программирования C++ следующие методы:

- метод равномерного поиска по сетке;
- генетический алгоритм [6];
- метод деформируемого многогранника [2].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты проведенного вычислительного эксперимента представлены в таблице. Исходя из их анализа видно, что лучшее значение целевой функции 0.92875 было получено при помощи генетического алгоритма.

Таблица

Результаты вычислительного эксперимента

Метод	Погрешность	Кол-во вычислений целевой ф-и	Время вычислений, сек.	Лучшее значение целевой ф-и
Поиск по сетке	10	10000	30322	0.88875
Генетический алгоритм	0.0001	16734	43257	0.92875
Модифицированный метод Нелдера-Мида	0.0001	686	29	0.8675

Исходя из представленных результатов, можно сделать вывод, что использование генетического алгоритма является предпочтительным в задачах оптимизации параметров машины на опорных векторах по критерию частоты правильной классификации.

Литература

1. Интернет-адрес: <http://www.csie.ntu.edu.tw/~cjlin/papers/guide/guide.pdf>.
2. Химмельблау Д. Прикладное нелинейное программирование. М.: Мир, 1975.
3. Vapnik V. N. The nature of statistical learning theory. New York; London : Springer, 1998.
4. Сорока А. М. Обнаружение патологий голосового тракта на основе вейвлет анализа и метода опорных векторов // Международный конгресс по информатике: информационные системы и технологии: материалы международного научного конгресса 31 окт. – 3 нояб. 2011 г.: в 2 ч. Ч. 2. Минск: БГУ, 2011. С. 375–378.
5. Mercer J. Functions of positive and negative type and their connection with the theory of integral equations // Philos. Trans. Roy. Soc. London. 1909. Vol. A.
6. Back T. Evolutionary Algorithms in Theory and Practice. Oxford: Oxford University Press, 1996.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ УСТАНОВКИ ОБЩЕЙ ГИПЕРТЕРМИИ

А. А. Конопелько, С. Н. Семенович

Одна из самых актуальных задач в медицине – борьба со злокачественными новообразованиями. Повышенное внимание врачей привлечено к гипертермии – лечению опухолей путем принудительного контролируемого нагревания тканей тела человека до температуры, превышающей нормальную температуру [1]. Последние годы характеризуются значительным прогрессом в области создания аппаратуры для ло-