



Лекция № 8

«ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ОПОРНЫХ ВЕКТОРОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И КЛАССИФИКАЦИИ»

Ведущий преподаватель: канд. техн. наук, доцент кафедры ИУТС Альчаков Василий Викторович

2

Задачи прогнозирования и классификации

Задача прогнозирования

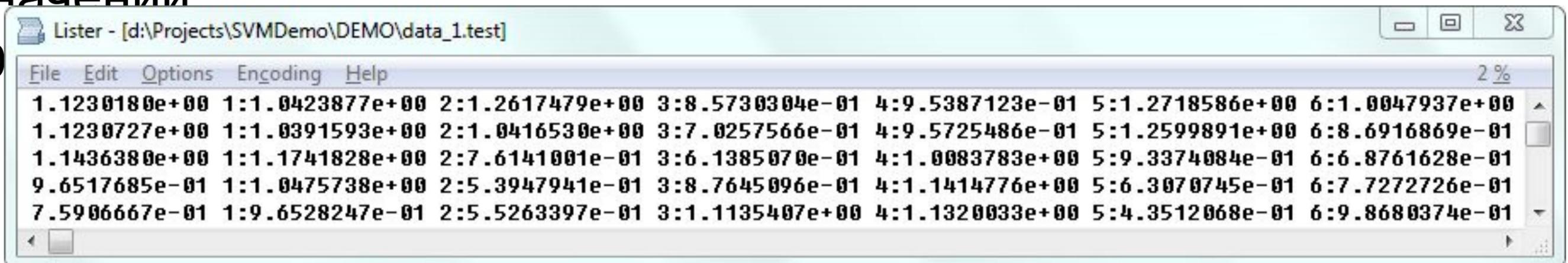
Рассматривается функция вида

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (1)$$
$$x_i, i \in [1 \dots n]$$

x_i – набор параметров, доступных для наблюдения или вычисления

Как правило, x_i – вещественный вектор нормализованных значений

[0



Notepad window titled "Lister - [d:\Projects\SVMDemo\DEMO\data_1.test]". The window displays a list of 5 rows of normalized feature vectors, each with 6 columns of values in scientific notation. The values are separated by spaces and labels (1: through 6:).

```
File Edit Options Encoding Help 2 %
1.1230180e+00 1:1.0423877e+00 2:1.2617479e+00 3:8.5730304e-01 4:9.5387123e-01 5:1.2718586e+00 6:1.0047937e+00
1.1230727e+00 1:1.0391593e+00 2:1.0416530e+00 3:7.0257566e-01 4:9.5725486e-01 5:1.2599891e+00 6:8.6916869e-01
1.1436380e+00 1:1.1741828e+00 2:7.6141001e-01 3:6.1385070e-01 4:1.0083783e+00 5:9.3374084e-01 6:6.8761628e-01
9.6517685e-01 1:1.0475738e+00 2:5.3947941e-01 3:8.7645096e-01 4:1.1414776e+00 5:6.3070745e-01 6:7.7272726e-01
7.5906667e-01 1:9.6528247e-01 2:5.5263397e-01 3:1.1135407e+00 4:1.1320033e+00 5:4.3512068e-01 6:9.8680374e-01
```

3

Задачи прогнозирования и классификации

Задача классификации

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

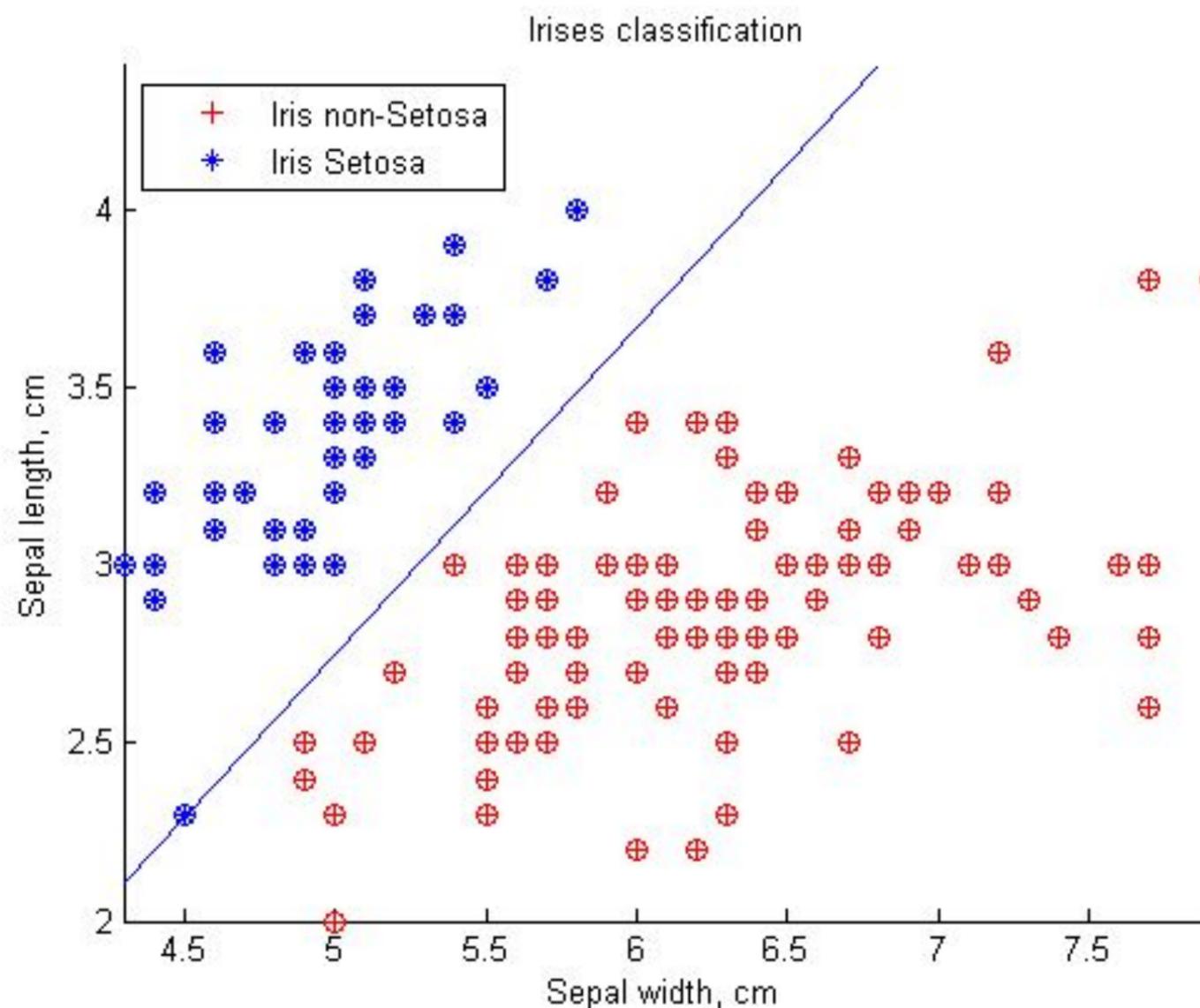
x_i – набор атрибутов

Y – набор признаков

Принадлежности $[0, 1]$ или $[-1, 1]$

Возможные методы**решения:**

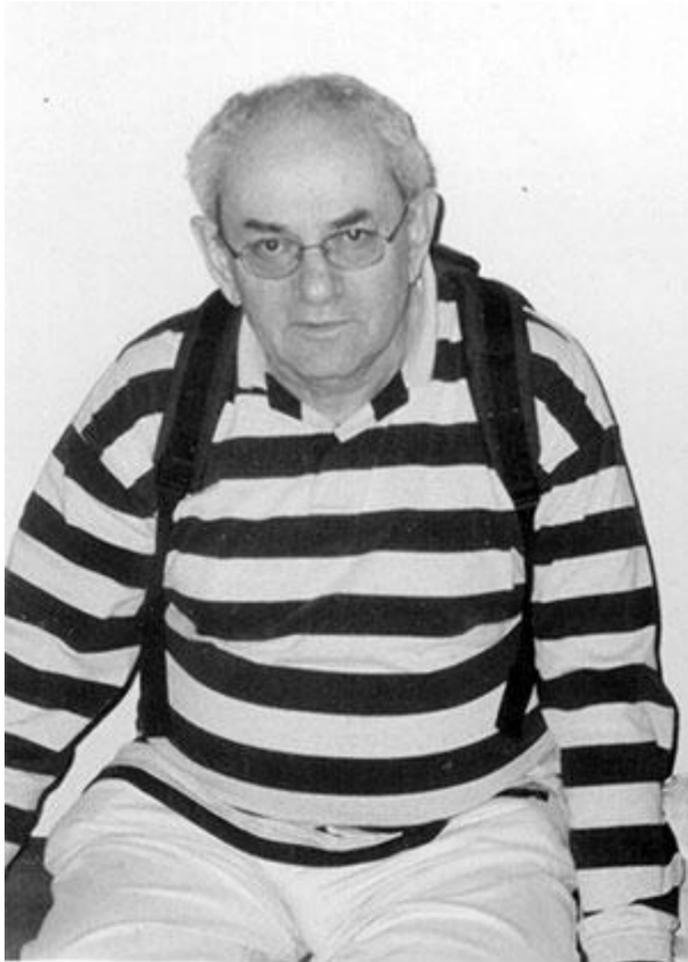
нейронные сети; метод
опорных векторов;
регрессионный анализ;



4

Метод опорных векторов SVM

Support Vector Machine (SVM)



ВАПНИК
Владимир
Наумович

В своем нынешнем виде метод был разработан в 1995 г. в подразделении корпорации AT&T Bell Laboratories под руководством В.Н. Вапника - выдающегося ученого в сфере машинного обучения.

Основная идея метода сводится к построению оптимальной разделяющей гиперплоскости в пространстве признаков высокой размерности. Оптимальность понимается в смысле минимизации верхних оценок вероятности ошибки обобщения.

5 Метод опорных векторов SVM

Задача бинарной классификации

X – объект классификации, вектор в n -мерном пространстве

$[x_1 \boxtimes x_n] \in R^n$ x_i – набор атрибутов (признаков объекта)
чем больше значение координаты, тем больше признак
выражен у объекта.

$$XY = \{(X_1, Y_1); (X_2, Y_2); \boxtimes (X_m, Y_m)\} \quad Y_i = y_i \in \{-1; 1\} \quad (2)$$

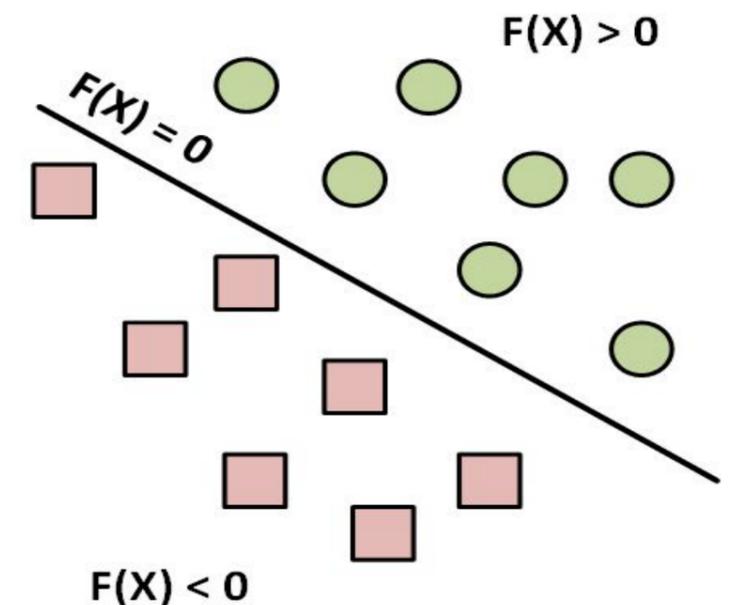
Задача сводится к нахождению правила, в соответствии с которым любой произвольный объект классификации X может быть отнесен к одному из классов

$$F(X) = \sum_{i=1}^n \omega_i x_i + b = W^T X + b$$

$$Y(X) = \begin{cases} 1, & \text{если } F(X) > 0 \\ -1, & \text{если } F(X) < 0 \end{cases}$$

(3)

$F(x)$ – линейный классификатор
разделяющая гиперплоскость



6

Метод опорных векторов SVM

Задача прогнозирования

Исходные
данные

$$XY = \{(X_1, Y_1); (X_2, Y_2); \dots (X_m, Y_m)\} \quad Y_i = y_i \in R \quad (3)$$

Задача – найти оценку \hat{Y} для произвольного вектора атрибутов $[x_1, x_2, \dots, x_n]$

Интерполирующая функция $F(X)$ ищется при минимизации функционала вида

$$\left[\frac{1}{2} W^T W + C \sum_{k=1}^m (\xi_k + \xi_k^*) \right] \rightarrow \min \quad (4)$$

При наличии ограничений

$$\begin{aligned} Y_k - (W^T \phi(X_k) + b) &\leq \varepsilon + \xi_k \\ (W^T \phi(X_k) + b) - Y_k &\leq \varepsilon + \xi_k^* \\ Y_k (W^T \phi(X_k) + b) - Y_k &\geq 1 - \xi_k \\ \xi_k, \xi_k^* &\geq 0 \end{aligned} \quad (5)$$

7 Метод опорных векторов SVM

Задача прогнозирования

Двойственная задача – поиск функциональной зависимости

$$F(X) = \sum_{k=1}^m (\alpha_k - \alpha_k^*) K(X_k, X) + b \quad (6)$$

$$0 < \alpha_k, \alpha_k^* \leq C$$

$K(\cdot, \cdot)$ - ядерная функция, симметричная функция, удовлетворяющая условиям Мерсера

Определение значения параметра C , а также определение вида ядерной функции $K(\cdot, \cdot)$ во многом определяет насколько точно будет получена регрессионная модель для получения прогноза значения функции по набору заданных параметров.

8

Метод опорных векторов SVM

Программная реализация метода

LIBSVM – A Library for Support Vector Machines

<http://www.csie.ntu.edu.tw/~cjlin/libsvm/>

Chih-Chung Chang и Chih-Jen Lin – Национальный Тайваньский университет

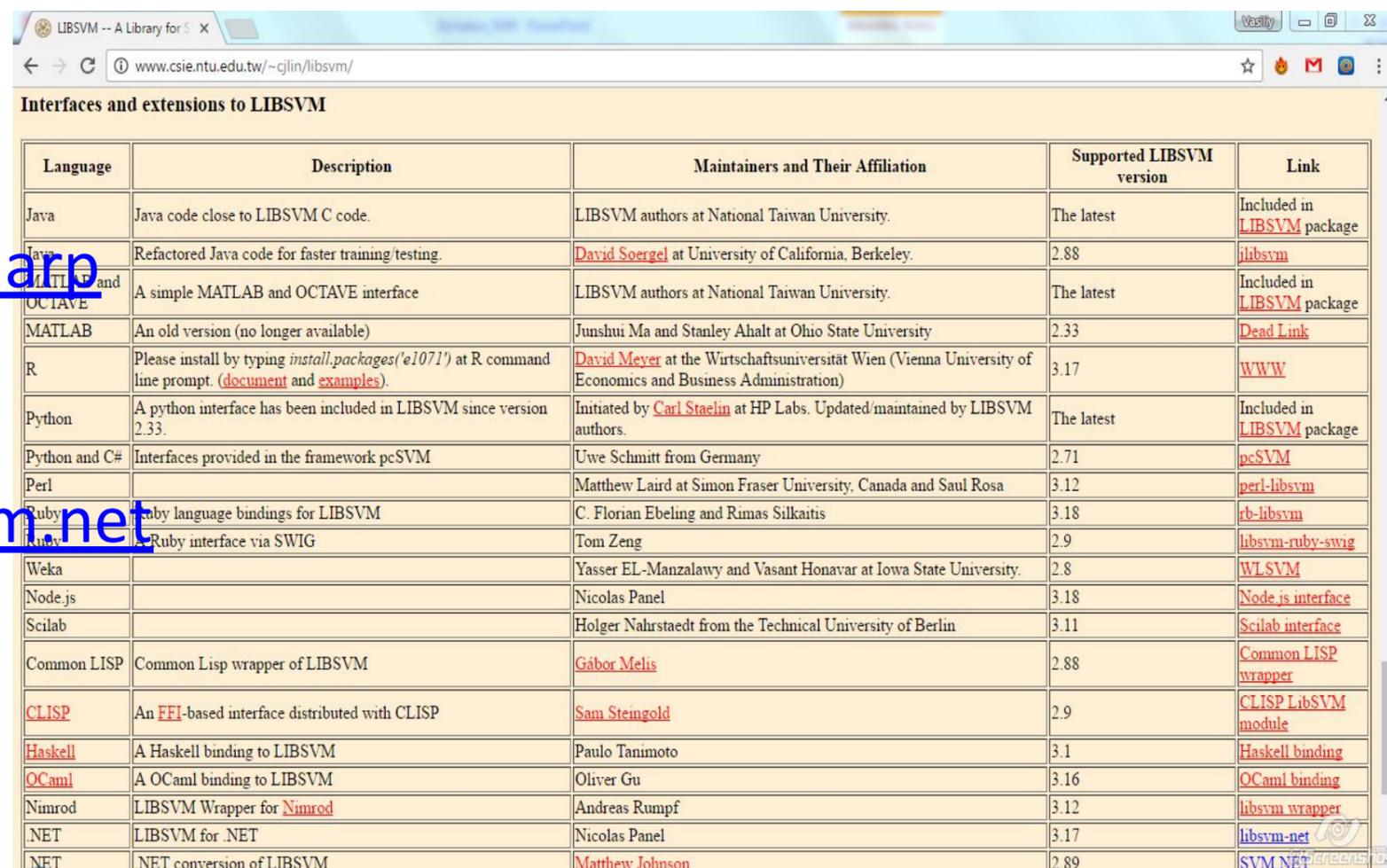
Реализация библиотеки включена в такие продукты как R, Matlab

LibSVMsharp – обертка под .NET

<https://github.com/ccerhan/LibSVMsharp>

libsvm.net

<https://github.com/nicolaspanel/libsvm.net>



The screenshot shows a web browser window displaying the LIBSVM website. The page title is "LIBSVM -- A Library for Support Vector Machines". The URL in the address bar is "www.csie.ntu.edu.tw/~cjlin/libsvm/". The main content is a table titled "Interfaces and extensions to LIBSVM".

Language	Description	Maintainers and Their Affiliation	Supported LIBSVM version	Link
Java	Java code close to LIBSVM C code.	LIBSVM authors at National Taiwan University.	The latest	Included in LIBSVM package
Java	Refactored Java code for faster training/testing.	David Soergel at University of California, Berkeley.	2.88	libsvm
MATLAB and OCTAVE	A simple MATLAB and OCTAVE interface	LIBSVM authors at National Taiwan University.	The latest	Included in LIBSVM package
MATLAB	An old version (no longer available)	Junshui Ma and Stanley Ahalt at Ohio State University	2.33	Dead Link
R	Please install by typing <code>install.packages('e1071')</code> at R command line prompt. (document and examples).	David Meyer at the Wirtschaftsuniversität Wien (Vienna University of Economics and Business Administration)	3.17	WWW
Python	A python interface has been included in LIBSVM since version 2.33.	Initiated by Carl Staelin at HP Labs. Updated/maintained by LIBSVM authors.	The latest	Included in LIBSVM package
Python and C#	Interfaces provided in the framework pcSVM	Uwe Schmitt from Germany	2.71	pcSVM
Perl		Matthew Laird at Simon Fraser University, Canada and Saul Rosa	3.12	perl-libsvm
Ruby	Ruby language bindings for LIBSVM	C. Florian Ebeling and Rimas Silkaitis	3.18	rb-libsvm
Ruby	Ruby interface via SWIG	Tom Zeng	2.9	libsvm-ruby-swig
Weka		Yasser EL-Manzalawy and Vasant Honavar at Iowa State University.	2.8	WLSVM
Node.js		Nicolas Panel	3.18	Node.js interface
Scilab		Holger Nahrstaedt from the Technical University of Berlin	3.11	Scilab interface
Common LISP	Common Lisp wrapper of LIBSVM	Gábor Melis	2.88	Common LISP wrapper
CLISP	An FFI-based interface distributed with CLISP	Sam Steingold	2.9	CLISP LibSVM module
Haskell	A Haskell binding to LIBSVM	Paulo Tanimoto	3.1	Haskell binding
OCaml	A OCaml binding to LIBSVM	Oliver Gu	3.16	OCaml binding
Nimrod	LIBSVM Wrapper for Nimrod	Andreas Rumpf	3.12	libsvm wrapper
.NET	LIBSVM for .NET	Nicolas Panel	3.17	libsvm.net
.NET	.NET conversion of LIBSVM	Matthew Johnson	2.89	SVM.NET

9 Метод опорных векторов SVM

Разработка специализированного ПО

