

Análise comparativa SVM e LSSVM

Lucas Malacarne Astore

astore.lucas@gmail.com

Universidade Federal de Minas Gerais

Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica

Técnicas Clássicas de Reconhecimento de Padrões - 2021/1

7 de julho de 2021

Sumário

- 1 Contextualização
- 2 Exemplo prático em R
- 3 Exemplo prático em Python

Contextualização

Diferença primordial entre SVM e LSSVM:

■ SVM:

$$\min Q(w, \xi) = \frac{1}{2} w^T w + C \sum_{i=1}^N \xi_i \quad (1)$$

Sujeito a:

$$\begin{cases} y_i [w^T \psi_j(x_i, Z) + b] + \xi_i & \geq +1 \\ \xi_i & \geq 0 \end{cases} \quad (2)$$

$$\forall i = 1, \dots, N$$

Contextualização

J. A. Suykens and J. Vandewalle. **Least squares support vector machine classifiers**. Neural processing letters, vol. 9, no. 3, pp. 293–300, 1999.

■ LSSVM:

$$\min Q'(w, e) = \frac{1}{2} w^T w + \frac{\gamma}{2} \sum_{i=1}^N e_i^2 \quad (3)$$

Sujeito a:

$$\begin{cases} y_i [w^T \psi_j(x_i, Z) + b] = 1 - e_i \\ \xi_i \end{cases} \geq 0 \quad (4)$$

$$\forall i = 1, \dots, N$$

Contextualização

Trabalhos publicados que aplicaram metodologia comparativa entre os métodos:

- T.V. Gestel, J.A. K. Suykens, B. Baesens, S. Vi-aene, J. Vanthienen, G. Dedene, B. De Moor, and J. Vandewalle. **Benchmarking least squares support vector machine classifiers.** (2004)
- P. Zhang and J. Peng. **SVM vs regularized least squares classification.** (2004)
- Jieping Ye, Tao Xiong. **SVM versus Least Squares SVM.** (2007)

Sumário

1 Contextualização

2 Exemplo prático em R

3 Exemplo prático em Python

Exemplo prático em R

- 1 Comparação de desempenho de classificação binária utilizando exemplo do problema de espiral, feita por SVM no Exercício 4.

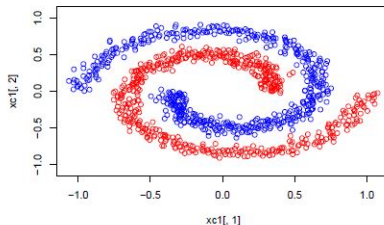


Figura 1: Disposição espacial dos dados gerados em formato espiral

Exemplo prático em R

Variações - *grid search*:

- Kernel: RBF - hiperparâmetro σ
- SVM - valor limite C
- LSSVM - γ
- K-fold cross-validation : 5-fold - (mean)

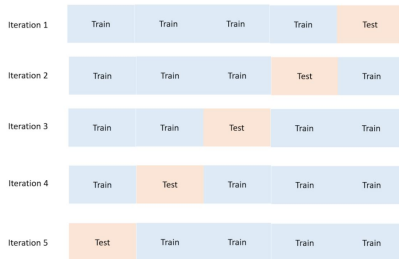


Figura 2: K-fold Cross validation

Exemplo prático em R

```
53 list_svm <- list()
54 sigma_valuesvm <- seq(0.01,0.3,0.05)
55 cvalue <- c(2^2,2^3,2^4,2^5,2^6,2^7)
56 acuracia <- matrix(0,6,6)
57
58
59 for(k in 1:5){
60   ## Gera base treino e teste
61   xtreino = data.frame()
62   classtreino = data.frame()
63   xtreino = xin_train[-flds[[k]],-3]
64   classtreino = xin_train[-flds[[k]],3]
65
66   xteste = data.frame()
67   classteste = data.frame()
68   xteste = xin_train[flds[[k]],-3]
69   classteste = xin_train[flds[[k]],3]
70
71   for(i in 1:length(cvalue)){
72     for(j in 1:length(sigma_valuesvm)){
73       svmtrain <- ksvm(x=xtreino,classtreino,
74                        type='C-bsvc',
75                        kernel='rbfdot',
76                        kpar=list(sigma=sigma_valuesvm[j]),
77                        E=cvalue[i])
78       yhat <- predict(svmtrain, xteste,type='response')
79       acuracia[i,j] <- sum(yhat==classteste)/length(classteste)*100
80     }
81   }
82   print(paste("k = ",k))
83   list_svm[[k]] <- acuracia
84 }
85 }
```




Figura 3: Code - SVM

Exemplo prático em R

```
123 sigma_valueLSSVM <- seq(1,6,1)
124 gama_value <- seq(0.1,1000,100)
125 acuraciaLSSVM <- matrix(0,length(gama_value),length(sigma_valueLSSVM))
126 list_lssvm <- list()
127
128 for(k in 1:5){
129   ## gera base treino e teste
130   xtreino = data.frame()
131   classtreino = data.frame()
132   xtreino = xin_train[-flds[[k]],-3]
133   classtreino = xin_train[-flds[[k]],3]
134
135   xtteste = data.frame()
136   classteste = data.frame()
137   xtteste = xin_train[flds[[k]],-3]
138   classteste = xin_train[flds[[k]],3]
139
140   for(i in 1:length(gama_value)){
141     for(j in 1:length(sigma_valueLSSVM)){
142       lssvmtrain <- lssvm(xtreino,classtreino,type='classification',
143         kernel='rbfdot',
144         tau=gama_value[i],
145         kpa=list(sigma=sigma_valueLSSVM[j]))
146       yhat <- predict(svmtrain, xtteste,type='response')
147       acuraciaLSSVM[i,j] <- sum(yhat==classteste)/length(classteste)*100
148     }
149   }
150   print(paste("k = ",k))
151   list_lssvm[[k]] <- acuraciaLSSVM
152 }
153
```



Figura 4: Code - LSSVM

Exemplo prático em R

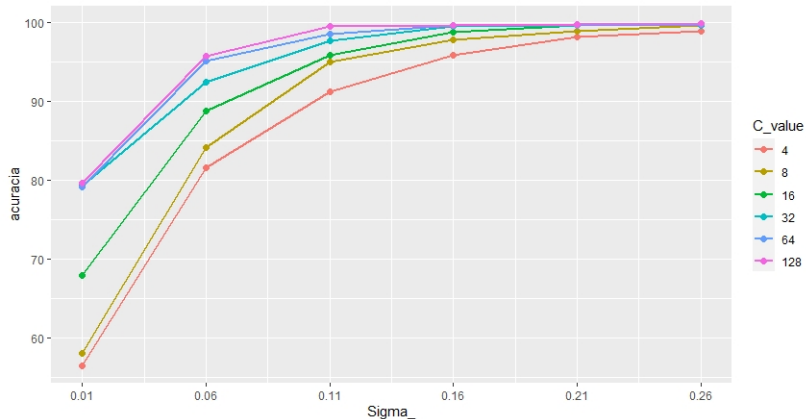


Figura 5: Acurácia - SVM

Exemplo prático em R

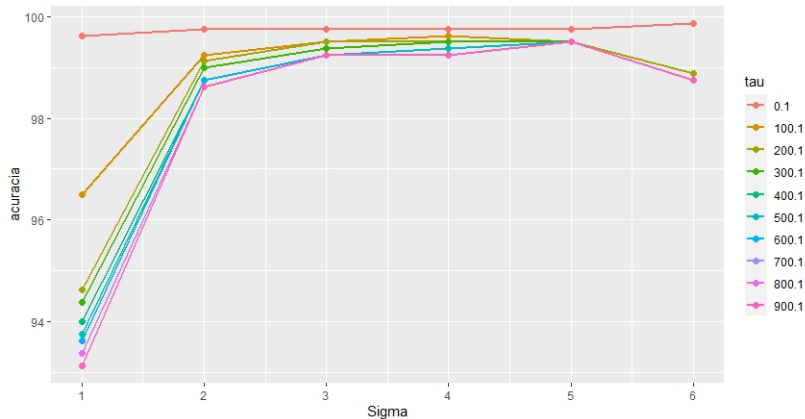


Figura 6: Acurácia - LSSVM

Exemplo prático em R

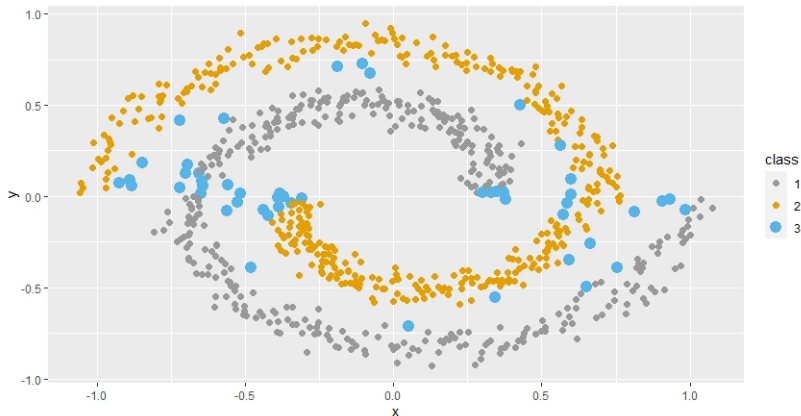


Figura 7: Support Vectors - SVM

Exemplo prático em R

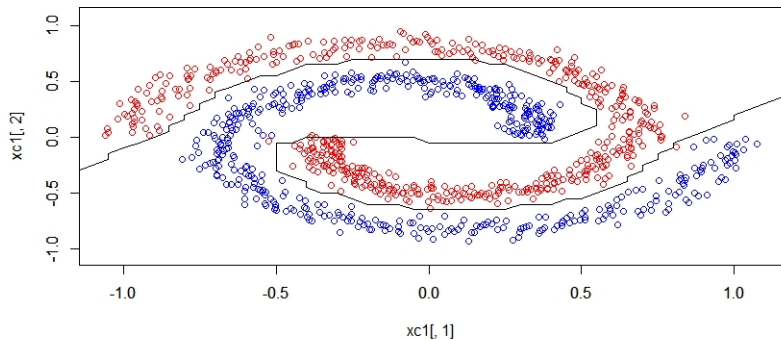


Figura 8: Contorno - SVM

Exemplo prático em R

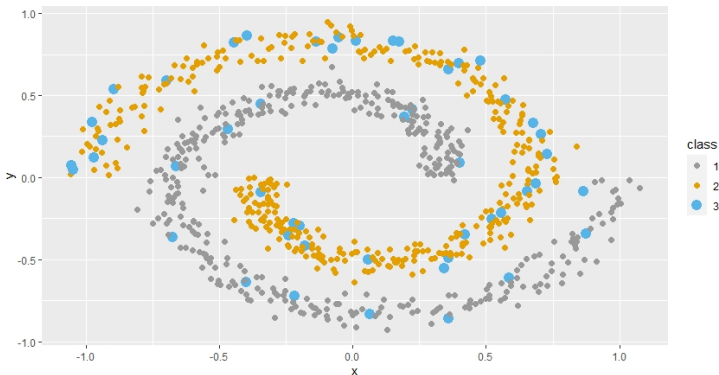


Figura 9: Support Vectors - LSSVM

Exemplo prático em R

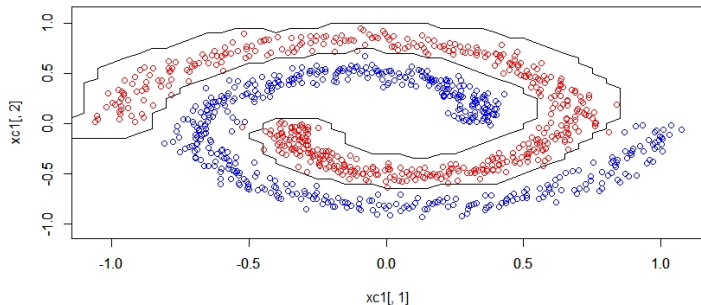


Figura 10: Contorno - LSSVM

Exemplo prático em R

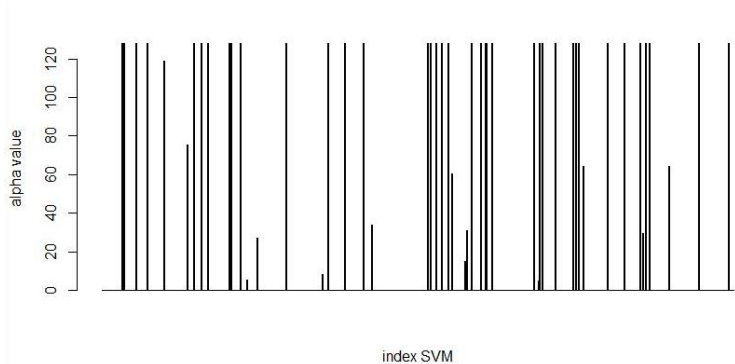


Figura 11: Dimensões Multiplicadores de Lagrange - SVM

Exemplo prático em R

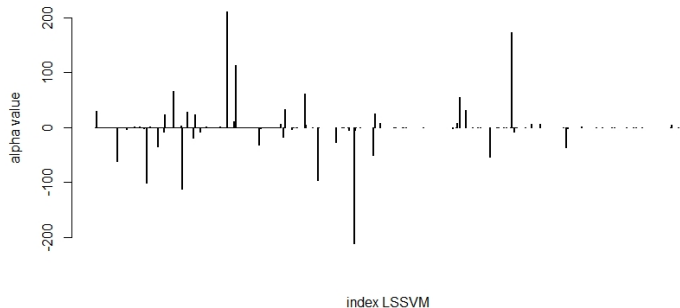


Figura 12: Dimensões Multiplicadores de Lagrange - LSSVM

Exemplo prático em R

Parâmetros	Modelo	
	SVM	LSSVM
C — tau	128	0.1
sigma	0.26	6
nSV	55	49
alpha médio	~113	~0.18
acurácia ótima	99.5%	99 %

Tabela 1: Comparativo entre parâmetros dos modelos

Sumário

1 Contextualização

2 Exemplo prático em R

3 Exemplo prático em Python

Exemplo prático em Python

- Código disponível no [github](#)
- Benchmarks testadas:
 - Bank Marketing
 - Iris
 - Wisconsin Breast Cancer

Bases	Modelo	
	SVM	LSSVM
Bank Marketing	70%	61%
Iris	95%	94%
WBC	91%	94%

Tabela 2: Acurácia benchmarks

