

# IMPLEMENTAÇÃO DO FRE<sub>x</sub>\_SVM: MODELO DE EXTRAÇÃO DE REGRAS FUZZY PARA MÁQUINAS DE VETOR SUPORTE (SVM)

**Aluno: Vinicius Carneiro Lago**

**Orientador: Ricardo Tanscheit**

## Introdução

A Lógica Fuzzy é baseada no processamento lingüístico e modela o modo aproximado de raciocínio humano, visando a desenvolver modelos capazes de tomar decisões racionais em um ambiente de incerteza e imprecisão. ([1] - [3]).

Houve um estudo sobre a extração de regras fuzzy, assim como sobre máquinas de vetor suporte. Foi adicionado a um aplicativo de classificação um modelo de extração automática de regras fuzzy a partir das máquinas de vetor suporte, já treinadas por esta aplicação.

## Objetivos

A partir de uma aplicação que usa máquinas de vetor suporte (SVM) para classificação, fazer uma implementação baseada no modelo FRE<sub>x</sub>\_SVM [4], que tem como objetivo a extração de regras fuzzy de SVM treinadas.

Alcançar uma boa adaptação para o modelo citado, que tem como objetivo aumentar a interpretabilidade do conhecimento gerado por máquinas de vetor suporte. Além disso, desenvolver métodos para aplicação do modelo em problemas de classificação em múltiplas classes.

## Metodologia

Para implementar o FRE<sub>x</sub>\_SVM ao aplicativo, este foi inicialmente utilizado para tratar problemas de classificação binária. Então quando o aplicativo estava funcionando para extração de regras para problemas de classificação binários, começou a implementação para problema de múltiplas classes.

Procurando uma eficiência no aplicativo (elaborado em C#), os resultados obtidos pelo treinamento das máquinas de vetor suporte foram armazenados.

A implementação do modelo de extração de regras para classificação binária foi feita em conjunto com a implementação da solução para o problema de classificação usando máquinas de vetor suporte.

Usando o treinamento de máquinas de vetor suporte, foi possível obter os vetores suporte, que são necessários para iniciar o processo de extração das regras. Além disso, foi preciso construir conjuntos fuzzy, para geração e avaliação das regras fuzzy.

A aplicação dá ao usuário opção de escolher entre três, cinco ou sete conjuntos fuzzy para extração de regras. É possível também predefinir os intervalos dos conjuntos, ou manter os valores padrões, e desta forma, dividir os conjuntos de modo que os intervalos dos conjuntos fiquem iguais.

A primeira etapa do modelo de extração de regras consiste em encontrar as projeções dos vetores suporte obtidos pela SVM com classificação binária. O modo de se obter os conjuntos fuzzy em que as projeções estão foi compará-las aos intervalos de definição dos conjuntos.

O próximo passo foi construir os conjuntos fuzzy, isto é, as funções que os definem, de acordo com os dados informados pelo usuário. Essas funções cobrem todo o espaço dos

atributos e mapeiam os valores para graus de pertinência, que indicam quanto um determinado conceito faz parte de um conjunto.

O grau de pertinência sempre varia de zero a um, por isso as funções que definem os conjuntos variam sempre entre zero e um.

Para extrair as regras fuzzy, verificam-se, para todos os vetores suporte, quais conjuntos têm os maiores graus de pertinência para cada atributo. Então as regras são definidas exatamente como o grupo de conjuntos que cada vetor suporte gerou. Sendo o número de regras geradas igual ao de vetores suporte.

Cada regra é associada à classe do vetor suporte que a gerou. Porém, é possível que dois ou mais vetores suporte gerem a mesma regra. Neste caso, deve-se verificar se todos os vetores suporte são da mesma classe, e caso sejam, a regra é associada a esta classe, e caso contrário, deve-se medir a acurácia fuzzy da regra para decidir a classe a que a regra estará associada.

A acurácia fuzzy mede a capacidade de uma regra fuzzy de descrever os dados. Ela é medida através dos graus de pertinência associados a cada classe, em relação a soma total dos graus de pertinência.

Além disso, também é feito o cálculo da abrangência fuzzy, que mede o número de padrões afetados pela regra. Para calcular seus valores usou-se a soma de todos os graus de pertinência de cada vetor suporte, em relação número total de padrões.

Para estender a implementação do modelo, foram adicionadas ao aplicativo duas funcionalidades relacionadas aos métodos de classificação em múltiplas classes. A primeira foi para o método de Separação das classes duas a duas (“One-Against-One”), onde os vetores suporte de todos os treinamentos são enviados juntos para extração das regras. A outra foi para o método de Decomposição um por classe (“One-Against-All”), onde somente os vetores suporte da classe principal de cada treinamento são considerados.

## Conclusões

A pesquisa sobre máquinas de vetor suporte e funcionamento das regras fuzzy, além de testar diversos exemplos, foi muito importantes para o desenvolvimento da aplicação. Além disso, foi fundamental um estudo sobre o modelo de extração utilizado, para que a aplicação pudesse obter resultados mais aproximados com a proposta do modelo.

O número de conjuntos fuzzy, assim como seus intervalos, que são definidos pelo usuário da aplicação, interfere no número de regras fuzzy obtidas através das máquinas de vetor suporte.

Foi notado que a escolha de muitos conjuntos fuzzy gera regras demais, além de provocar um enorme esforço computacional. Por isso, os testes, em sua maioria, foram realizados com o menor número de conjuntos disponível na aplicação.

## Referências

- 1 – ZADEH, L. A., Fuzzy Sets, **Information and Control**, v. 8, p. 338-353, 1965.
- 2 – MAMDANI, E. H. Application of fuzzy logic to approximate reasoning, **IEEE Trans. Computing**, v. 26, p. 1182-1191, 1977.
- 3 - ZIMMERMANN, H. J. **Fuzzy Set Theory and its Applications**, 2nd Ed, Kluwer Academic Publishers, Boston, 1990.
- 4 - CHAVES, A. C. F. **Extração de Regras Fuzzy para Máquinas de Vetores Suporte (SVM) para Classificação em Múltiplas Classes**. Rio de Janeiro, 2006. 225p. Tese de Doutorado - Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.