

Comparação de indutores para modelos de predição de classificação de imagens

Lucas Mrowskovsy Paim*

2019

Resumo

Este trabalho tem por objetivo comparar os indutores apresentados durante a disciplina de Machine Learning do programa de especialização em Inteligência Artificial Aplicada da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, para predição de classificação de imagens, utilizando principalmente a biblioteca scikit-learn e a linguagem Python, assim como a demonstração de técnicas de combinação de indicadores e seleção dinâmica.

Tem por objetivo também a comparação dos resultados utilizando técnicas de extração de características manuais, handcrafted, e CNN deep-learning.

Para a extração de características de imagens foram utilizados as bibliotecas: opencv-python, skimage e keras

//Falta a conclusão

Palavras-chave: Naive Bayes. Árvores de decisão. Redes Neurais. k-Vizinhos Mais Próximos. Máquina de Vetores de Suporte.

Abstract

This paper aims to compare the inductors presented during the Machine Learning discipline of the Pontifical Catholic University of Paraná specialization program in Applied Artificial Intelligence, to predict image classification using mainly the scikit-learn library and the Python language as well as the demonstration of techniques of combination of indicators and dynamic inductor selection.

It also aims to compare the results using handcrafted and CNN deep-learning feature extraction techniques.

*Programa de Pós Graduação em Inteligência Artificial, Curitiba - PR, 80215-901; Especializando em Inteligência Artificial Aplicada na PUCPR; Tecnólogo em Sistemas para Internet pela Universidade Positivo; E-mail: lucasmpaim1@gmail.com

For the extraction of image characteristics we used the libraries: opencv-python, skimage and keras.

Keywords: Naive Bayes. Decision Tree. Neural Network. k-Nearest Neighbors. Support Vector Machine.

1 Introdução

A utilização de classificadores de imagens é utilizada nas mais diversas áreas do conhecimento, que vão desde o auxílio de diagnóstico de câncer de pele [Soares \(2008\)](#), sistemas de segmentação e classificação de imagens via satélite [Erhal et al. \(1991\)](#), OCR's (Optical Character Recognition) para reconhecimento de textos e dígitos [Ribas et al. \(2012\)](#) etc.

Os mesmos indutores também podem ser utilizados para outras finalidades que não sejam classificação de imagem, como: detecção de emoções em processamento de textos [Dosciatti, Ferreira e Paraiso \(2013\)](#), regressão linear etc.

Segundo [Coppin \(2004\)](#), fornecer a capacidade de visão a sistemas computacionais, assim como a robôs, agentes é algo, sem dúvida, extremamente desejável.

As técnicas de extração de características de imagens handcrafted que foram utilizadas são:

- LBP: Local Binary Pattern: Segundo, [Rosebrock \(2015\)](#), esta é uma técnica de extração de texturas de uma imagem, em que cada pixel é comparado com seus vizinhos a partir de uma máscara e com isso é gerado uma sequência binária que toma o lugar daquele pixel.
- HOG: Histogram of Oriented Gradients: Segundo [Mallick \(2016\)](#) é uma técnica de extrai a distribuição (Histogramas) de direções de gradientes.
- Histograma de Cores RGB.

Visto o exposto o estudo desse trabalho se torna importante para a área de classificação de imagens, Podendo ser aplicado em diversas áreas, tendo por objetivo criar modelos de predição para classificação de imagens comparando vários indutores e os combinando para gerar maiores assertividades.

2 Método

A base utilizada para este trabalho, conta com apenas mil imagens, separadas em dez classes com cem imagens cada, sendo assim, é uma base completamente balanceada para este trabalho.

Todos os indutores, foram treinados utilizando a mesma base de imagens, esta em um primeiro momento foi separada em 70% em treinamento e 30% em testes, técnica esta chamada de holdout (percentage-split), após esta separação ainda foi separado mais 30% da base de treinamento em uma base de validação, para evitar assim o chamado overfitting, que segundo [Sarle \(2016\)](#), é um dos maiores problemas da aprendizagem de máquina, isto ocorre quando o indutor perde sua capacidade de generalização, isto é, segundo [Lima,](#)

Pinheiro e Santos (2014) a capacidade do indutor responder adequadamente a dados que não fazem parte do conjunto de treinamento.

Para a comparação dos indutores será avaliado, com base em holdout e também em validação cruzada que segundo, Britto (2019), consiste em dividir a base de dados em N grupos, em que um desses grupos é selecionado para teste e isto é repetido N vezes, garantindo assim que todas as instâncias serão utilizadas como teste ao menos uma vez.

Devido ao não suporte dos métodos de overfitting para alguns indicadores, este trabalho utiliza, quando disponível, o método:

```
.partial_fit(X, y, [classes])
```

Este método segundo learn (2019), é ideal para treinamento incremental e apenas alguns classificadores suportam este método, sendo assim, podemos estender a lógica do early stopping para alguns indicadores que não suportam tal método nativamente, como o Naive Bayes.

Como o método incremental, tende a adicionar ruído na base de dados, foi utilizado o método de IIR, que segundo Grout (2008) é um filtro recursivo em que a saída do filtro é calculada usando as entradas atuais e anteriores e as saídas anteriores, fazendo assim com que o ruído seja minimizado, esta técnica foi utilizada para reduzir o ruído no tratamento de erro tanto da base de validação quanto da base de teste.

Sua fórmula consiste em:

$$y_t = \sum_{i=0}^M b_j x(t-i) - \sum_{j=1}^L \alpha_j y(t-j) \quad (1)$$

O resultado da aplicação desta técnica pode ser consultada na Figura 1, onde é possível observar que o gráfico foi suavizado, de forma que, quando ambas as bases forem confrontadas será possível detectar mais facilmente onde está ocorrendo o overfitting.

Para a detecção de overfitting foi utilizada a seguinte fórmula:

$$r = \left| \int y'_t dx - \int y''_t dx \right| \quad (2)$$

Onde y'_t se refere a integral parcial dos últimos elementos para os últimos indicadores de erro da base treinamento, e y''_t se refere ao subconjunto equivalente existente para os indicadores de erro da base de validação.

Sendo assim podemos definir a integral entre as duas curvas de aprendizado como sendo:

$$d = |r' - r''| \quad (3)$$

Onde r' se refere a diferença entre as integrais considerando os últimos elementos conhecidos dos indicadores de erro da base treinamento e validação e r'' a mesma coisa, porém para o subconjunto anterior ao utilizado por r' , desta forma quando há um valor para $d > 0.01$ que é uma margem aceitável para erro e $r'' > r'$ por algumas vezes seguidas.

significa que as duas curvas estão se distanciando, sendo assim o treinamento pode ser interrompido devido a overfitting.

A diferença da aplicação deste método pode ser comparado entre a [Figura 2](#) e [Figura 3](#).

2.1 Naive Bayes

A técnica de Naive Bayes consiste em

2.2 Árvores de decisão

A técnica de

3 Exemplos de comandos

3.1 Margens

A norma ABNT NBR 6022:2018 não estabelece uma margem específica a ser utilizada no artigo científico. Dessa maneira, caso deseje alterar as margens, utilize os comandos abaixo:

```
\setlrmarginsandblock{3cm}{3cm}{*}  
\setulmarginsandblock{3cm}{3cm}{*}  
\checkandfixthelayout
```

3.2 Duas colunas

É comum que artigos científicos sejam escritos em duas colunas. Para isso, adicione a opção `twocolumn` à classe do documento, como no exemplo:

```
\documentclass[article,11pt,oneside,a4paper,twocolumn]{abntex2}
```

É possível indicar pontos do texto que se deseja manter em apenas uma coluna, geralmente o título e os resumos. Os resumos em única coluna em documentos com a opção `twocolumn` devem ser escritos no ambiente `resumoumacoluna`:

```
\twocolumn[  
% INICIO DE ARTIGO EM DUAS COLUNAS  
  
\maketitle  
% pagina de titulo  
  
\renewcommand{\resumoname}{Nome do resumo}  
\begin{resumoumacoluna}  
Texto do resumo.  
  
\vspace{\onelineskip}  
  
\noindent  
\textbf{Palavras-chave}: latex. abntex. editoração de texto.  
\end{resumoumacoluna}
```

]

% FIM DE ARTIGO EM DUAS COLUNAS

3.3 Recuo do ambiente citacao

Na produção de artigos (opção `article`), pode ser útil alterar o recuo do ambiente `citacao`. Nesse caso, utilize o comando:

```
\setlength{\ABNTEXcitacaorecuo}{1.8cm}
```

Quando um documento é produzido com a opção `twocolumn`, a classe `abntex2` automaticamente altera o recuo padrão de 4 cm, definido pela ABNT NBR 10520:2002 seção 5.3, para 1.8 cm.

4 Cabeçalhos e rodapés customizados

Diferentes estilos de cabeçalhos e rodapés podem ser criados usando os recursos padrões do `memoir`.

Um estilo próprio de cabeçalhos e rodapés pode ser diferente para páginas pares e ímpares. Observe que a diferenciação entre páginas pares e ímpares só é utilizada se a opção `twoside` da classe `abntex2` for utilizado. Caso contrário, apenas o cabeçalho padrão da página par (*even*) é usado.

Veja o exemplo abaixo cria um estilo chamado `meuestilo`. O código deve ser inserido no preâmbulo do documento.

```
%%criar um novo estilo de cabeçalhos e rodapés
\makepagestyle{meuestilo}
%%cabeçalhos
\makeevenhead{meuestilo} %%pagina par
{topo par à esquerda}
{centro \thepage}
{direita}
\makeoddhead{meuestilo} %%pagina ímpar ou com oneside
{topo ímpar/oneside à esquerda}
{centro \thepage}
{direita}
\makeheadrule{meuestilo}{\textwidth}{\normalrulethickness} %linha
%% rodapé
\makeevenfoot{meuestilo}
{rodapé par à esquerda} %%pagina par
{centro \thepage}
{direita}
\makeoddfoot{meuestilo} %%pagina ímpar ou com oneside
{rodapé ímpar/onside à esquerda}
{centro \thepage}
{direita}
```

Para usar o estilo criado, use o comando abaixo imediatamente após um dos comandos de divisão do documento. Por exemplo:

```
\begin{document}
%%usar o estilo criado na primeira página do artigo:
\pretextual
\pagestyle{meuestilo}

\maketitle
...

%%usar o estilo criado nas páginas textuais
\textual
\pagestyle{meuestilo}

\chapter{Novo capítulo}
...
\end{document}
```

Outras informações sobre cabeçalhos e rodapés estão disponíveis na seção 7.3 do manual do memoir (??).

5 Mais exemplos no Modelo Canônico de Trabalhos Acadêmicos

Este modelo de artigo é limitado em número de exemplos de comandos, pois são apresentados exclusivamente comandos diretamente relacionados com a produção de artigos.

Para exemplos adicionais de $\text{abnT}_{\text{E}}\text{X}_2$ e $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$, como inclusão de figuras, fórmulas matemáticas, citações, e outros, consulte o documento ??).

6 Consulte o manual da classe abntex2

Consulte o manual da classe `abntex2` (??) para uma referência completa das macros e ambientes disponíveis.

7 Considerações finais

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Referências

- BRITTO, A. *Conceitos Básicos*. 2019. Basic-concepts. Disponível em: <<http://www.ppgia.pucpr.br/~alceu/am/1%20-%20Introduction%20to%20ML/Conceitos%20B%e1sicos.pdf>>. Acesso em: 22 set 2019. Citado na página 3.
- COPPIN, B. *Inteligência Artificial*. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2004. Acesso em: 22 set 2019. Citado na página 2.
- DOSCIATTI, M. M.; FERREIRA, L. P. C.; PARAISO, E. C. *Identificando Emoções em Textos em Português do Brasil usando Máquina de Vetores de Suporte em Solução Multiclasse*. 2013. PPGIA. Disponível em: <<http://www.ppgia.pucpr.br/~paraiso/mineracaodeemoções/recursos/emocoõesENIAC2013.pdf>>. Acesso em: 21 set 2019. Citado na página 2.
- ERHAL, G. J. et al. *Um Sistema de Segmentação e Classificação de Imagens De Satélite*. 1991. INPE. Disponível em: <<http://sibgrapi.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sibgrapi/2012/09.28.17.13/doc/Um%20sistema%20de%20segmentacao%20e%20classificacao.pdf>>. Acesso em: 21 set 2019. Citado na página 2.
- GROUT, I. *Learn more about Infinite Impulse Response*. 2008. Iir-concepts. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/infinite-impulse-response>>. Acesso em: 24 set 2019. Citado na página 3.
- LEARN scikit. *Incremental learning*. 2019. Incremental-learning. Disponível em: <https://scikit-learn.org/0.18/modules/scaling_strategies.html#incremental-learning>. Acesso em: 24 set 2019. Citado na página 3.
- LIMA, I.; PINHEIRO, C. A. M.; SANTOS, F. A. O. *Inteligência Artificial*. 1. ed. Rio de Janeiro: CAMPUS, 2014. Acesso em: 22 set 2019. Citado na página 3.

MALLICK, S. *Histogram of Oriented Gradients*. 2016. Learnopencv. Disponível em: <<https://www.learnopencv.com/histogram-of-oriented-gradients/>>. Acesso em: 22 set 2019. Citado na página 2.

RIBAS, F. C. et al. *Handwritten digit segmentation: a comparative study*. 2012. UFPR. Disponível em: <<http://www.inf.ufpr.br/lesoliveira/download/IJDAR2012.pdf>>. Acesso em: 22 set 2019. Citado na página 2.

ROSEBROCK, A. *Local Binary Patterns with Python & OpenCV*. 2015. Pyimagesearch. Disponível em: <<https://www.pyimagesearch.com/2015/12/07/local-binary-patterns-with-python-opencv/>>. Acesso em: 22 set 2019. Citado na página 2.

SARLE, W. S. *Stopped Training and Other Remedies for Overfitting*. 2016. Overfitting. Disponível em: <<https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/31153602/1329.pdf>>. Acesso em: 22 set 2019. Citado na página 2.

SOARES, H. B. *Análise e Classificação de Imagens de lesões da pele por atributos de cor, forma e textura utilizando máquina de vetor de suporte*. 2008. UFRN. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/15118/1/HelianaBS_TESE.pdf>. Acesso em: 21 set 2019. Citado na página 2.

APÊNDICE A – Nullam elementum urna vel imperdiet sodales elit ipsum pharetra ligula ac pretium ante justo a nulla curabitur tristique arcu eu metus

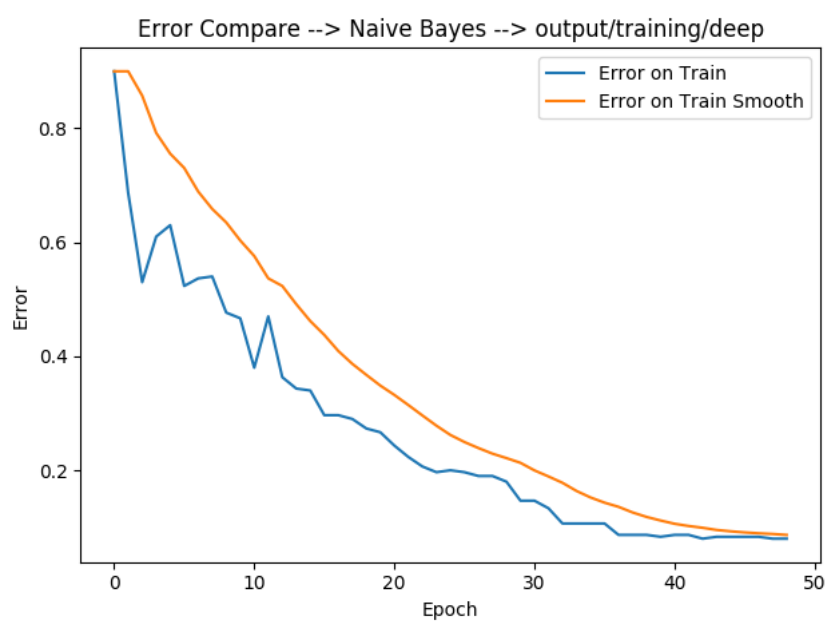
Nunc velit. Nullam elit sapien, eleifend eu, commodo nec, semper sit amet, elit. Nulla lectus risus, condimentum ut, laoreet eget, viverra nec, odio. Proin lobortis. Curabitur dictum arcu vel wisi. Cras id nulla venenatis tortor congue ultrices. Pellentesque eget pede. Sed eleifend sagittis elit. Nam sed tellus sit amet lectus ullamcorper tristique. Mauris enim sem, tristique eu, accumsan at, scelerisque vulputate, neque. Quisque lacus. Donec et ipsum sit amet elit nonummy aliquet. Sed viverra nisl at sem. Nam diam. Mauris ut dolor. Curabitur ornare tortor cursus velit.

Morbi tincidunt posuere arcu. Cras venenatis est vitae dolor. Vivamus scelerisque semper mi. Donec ipsum arcu, consequat scelerisque, viverra id, dictum at, metus. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut pede sem, tempus ut, porttitor bibendum, molestie eu, elit. Suspendisse potenti. Sed id lectus sit amet purus faucibus vehicula. Praesent sed sem non dui pharetra interdum. Nam viverra ultrices magna.

Agradecimentos

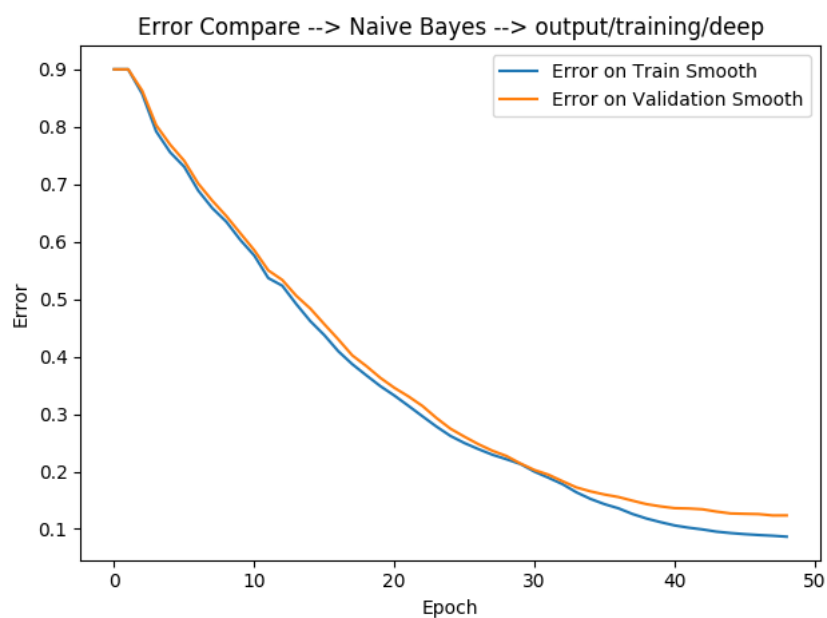
Texto sucinto aprovado pelo periódico em que será publicado. Último elemento pós-textual.

Figura 1 – Comparação do Erro com e sem IIR



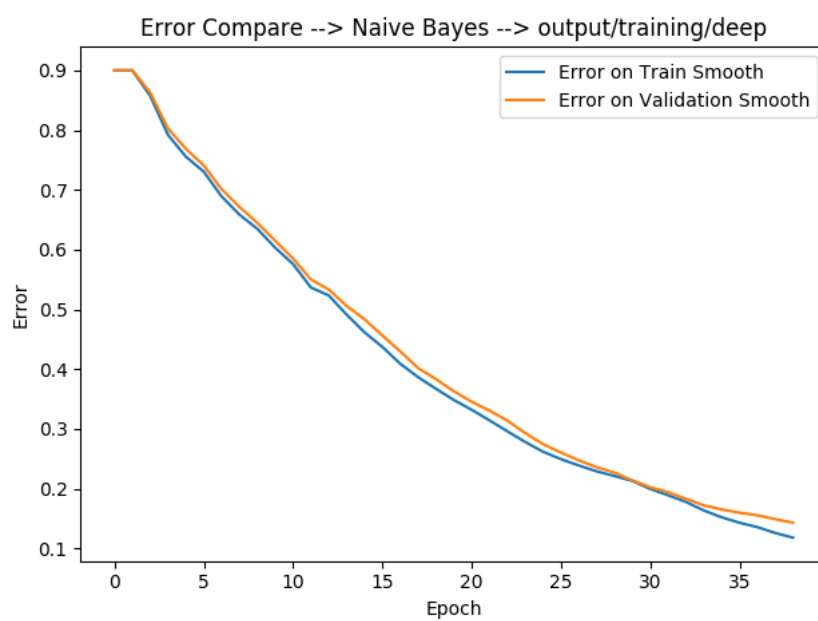
Fonte: O Autor

Figura 2 – Gráfico de treinamento sem detectar Overfitting



Fonte: O Autor

Figura 3 – Gráfico de treinamento com a detecção de Overfitting



Fonte: O Autor