

Machine Learning Capstone Project - v2.0

Nanodegree Engenheiro de Machine Learning

Marcus Vinicius de Oliveira Cruz
27 de Fevereiro de 2018

Time Series Forecasting - Shanghai license plate bidding price prediction

1. Project Overview

Como conclusão do nanodegree Engenheiro de Machine Learning e por uma possibilidade de uma consultoria de machine learning resolvi ir a fundo em um modelo de time series forecasting. Um modelo de série temporal basicamente consiste em um modelo estatístico que analisa uma variação temporal e consegue realizar previsões.

Escolhi o dataset Shanghai license plate bidding price prediction para construir o meu modelo do capstone. Esse é um dataset que pertence ao Kaggle.¶

<https://www.kaggle.com/bogof666/shanghai-car-license-plate-auction-price>

Definições principais

O aumento da propriedade e uso de automóveis na China nas últimas duas décadas aumentou o consumo de energia, piora a poluição do ar e congestionamento exacerbado. O governo de Xangai adotou um sistema de leilão para limitar o número de placas emitidas para cada mês. O conjunto de dados contém dados históricos de leilões de janeiro de 2002 a outubro de 2017.

como funciona o sistema de leilão: um preço inicial é dado no início do leilão, os licitantes só podem oferecer até 3 vezes por cada leilão e só podem marcar para cima ou para baixo dentro de 300 CNY (aproximadamente 46 USD) por cada lance. No final de cada leilão, apenas o n superior (número de placas que serão emitidas para o mês) receberá as placas de licença ao custo de suas propostas. A oferta n.º será o preço mais baixo do mês. Por favor, note que os leilões são realizados on-line e cada licitante não poderá ver outros lances.

Colunas:

Data: janeiro de 2002 a outubro de 2017 (observe que faltam em fevereiro de 2008)

- num_bidder *: número de cidadãos que participam do leilão para o mês
- num_plates *: número de placas que serão emitidas pelo governo para o mês
- low_deal_price *: explicado acima, em CNY
- avg_deal_price *: preço médio do negócio, no CNY (observe que, como cada lance só pode ser marcado para cima ou para baixo no prazo de 300, não está se afastando muito do preço mais baixo)

O objetivo é prever o preço *lowdeal* para cada mês, o resultado real será atualizado no final de cada mês

o conjunto de dados é raspado de <http://www.51chepai.com.cn/paizhaojiage/>

Contato: ran_su147@hotmail.com

Contexto

Xangai usa um sistema de leilões para vender um número limitado de matadouros para compradores de automóveis com combustível fóssil todos os meses. O preço médio desta placa de licença é de cerca de US \$ 13.000 e muitas vezes é referido como "a peça de metal mais cara do mundo". Então, nosso objetivo é prever o preço médio ou o preço mais baixo para o próximo mês. Este conjunto de dados será atualizado mensalmente constantemente.

A placa de matrícula de Xangai foi aclamada como "a pele de metal mais cara do mundo", a licença de carro privada de Xangai desde o início do leilão em 1986, com

mais de 10 anos de desenvolvimento contínuo, sistema de licença de carro privado desde o início do leilão de alto preço, Xangai O processo de leilão de matrículas continuou mudando, até o atual leilão inestimável.

Sem preocupações, placa de placas de rede, retrato, lança carta de preços da matrícula de Xangai, para facilitar você a verificar e comparar o preço da placa de matrícula 2002-2017 Xangai.

Como uma cidade internacional, Xangai tornou-se o centro de atenção do Leste Asiático, juntamente com o desenvolvimento acelerado, o tráfego tornou-se um dos problemas mais pesados. Vamos tentar fazer uma análise sobre o preço geral da licença do carro.

Os principais objetivos das séries temporais consistem em:

- Compreender o mecanismo gerador da série;
- Predizer o comportamento futuro da série.

Dessa forma ao entender um mecanismo de série temporal pode-se:

- Descrever e analisar de fato o comportamento da série temporal;
- Entender sobre as periodicidades presentes nas séries temporais;
- Entender o que ocasiona o comportamento da série temporal;
- Controlar a trajetória da série temporal.

Dessa forma para explicar o modelo vamos utilizar 4 aplicações de funções de time series forecasting, três delas focadas em passagens de avião é um deles focado em venda de tratores. Dessa forma é possível observar o comportamento dos algoritmos de forecasting em dados de testes validados.

2. Problem Statement (declaração do problema)

O maior problema em questão é conseguir quantificar uma série temporal e saber qual a melhor forma de tratar tais dados. Para esse projeto em específico o problema é implementar um modelo de forecasting em um dataset com registros de valores de passagens de avião.

Teoricamente um modelo de forecasting consiste na visualização de dados acerca da variação da série temporal. Em um determinado momento, após o algoritmo ter entendido sobre a variação de preços e com as implementações de condições já pré estabelecidas e conhecidas acontece uma previsão.

Implementar um modelo de forecasting é basicamente um problema de aprendizagem supervisionada, e pode ser entendido como uma regressão linear. Visto que o algoritmo vai fazer vasculhar a base de dados em busca de padrões de irregularidades afim de implementar previsões assertivas sobre o comportamento futuro dos dados.

3. Metrics

Pelo fato de o forecasting usar muito a visualização dos dados o forecasting poderá ser visto funcionando junto a essas visualizações. Dessa forma deverão sempre ser feitos testes baseados no comportamento real dos dados.

Como métrica de avaliação principal usei a comparação entre os algoritmos implementados. A partir da análise de diferentes modelos de machine learning vou poder entender melhor sobre os dados em questão para poder construir modelos mais robustos.

A principal métrica do projeto é comprovar que o treinamento do modelo como um problema de time series será o método mais efetivo e rápido para ser desenvolvido. Em estudos particulares fiz um levantamento e comprovei que uma melhor maneira para desenvolver esse modelo de previsões seria com base em uma rede neural artificial.

Analysis

4. Data Exploration

Durante a análise exploratória dos dados várias questões foram sendo respondidas. Pelas bibliotecas de time series forecasting usarem muito de visualizações para mostrar resultados nos gráficos.

Durante o processo de forecasting diversas amostras ficam claras as características dos conjuntos de dados, as visualizações em si compõem os resultados dos cálculos e das previsões realizadas no projeto.

O maior problema ao trabalhar com séries temporais está no momento de fazer a limpeza dos dados, eu fiz um processo completo de pré processamento dos dados com base nas necessidades dos dados, e eles podem ser claramente observados tanto na parte de análise como no tratamento dos dados. O projeto está com diversas visualizações de dados. Os dados se mostraram “limpos” e pouco problemáticos, a falta de variáveis categóricas é um problema claro no modelo.

5. Exploration Visualization

Foi fornecida uma visualização que resume ou extrai uma característica ou característica relevante sobre o conjunto de dados ou os dados de entrada com uma discussão aprofundada. As pistas visuais estão claramente definidas.

Em todo o Jupyter Notebook você vai poder observar visualizações claras sobre os dados e sobre os resultados na parte do time series forecasting.

6. Algorithms and Techniques

Algoritmos e técnicas utilizadas no projeto são cuidadosamente discutidas e devidamente justificadas com base nas características do problema.

Uma série temporal basicamente consiste em na coleta de dados em intervalos de tempos constante. De forma que sejam criadas visualizações de dados para apontar hipóteses mais conclusivas durante a análise de dados.

Time series forecasting é um modelo de aprendizagem supervisionada, como tal precisa de exemplos claros e concisos para treinamento do modelo em questão.

- Análise Exploratória dos Dados
- Regressão Linear
- Support Vector Machines (SVM)
- Principal Component Analysis - PCA
- K Nearest Neighbors
- Árvores de decisão e florestas aleatórias
- Time series forecasting

7. Benchmark

Os resultados apresentados no final do time series forecasting são claros e explicativos por si só. Por estar envolvido com um problema de time series no trabalho pude perceber que o R tem bibliotecas prontas e de maior facilidade de implementação, e também é mais fácil de trabalhar com as visualizações de dados. Enquanto o Python é mais robusto se pensando em aplicações, o R ganha em facilidade de implementação, curva de aprendizagem rápida e por possuir pacotes focados por exemplo em “outliers”.

Com relação aos modelos de machine learning apliquei diversos algoritmos citados acima, fica claro que para esse modelo o time series forecasting é melhor para ser

aplicado pois não depende de variáveis categóricas. Em um projeto de trabalho essa questão das time series ficou tão clara que estou fazendo feature engineering para conseguir ter variáveis categóricas para transformar um problema de time séries em um problema de aprendizagem supervisionada e aplicar um modelo de classificação

Methodology

8. Data Preprocessing

Na etapa de pré processamento dos dados apliquei um padrão na análise de dados que consiste em:

1. Reunir os dados.
2. Avaliar os dados.
3. Limpar os dados.

Processo aplicado através do time series forecasting:

1. Visualize a série temporal;
2. Estacione as séries temporais;
3. Plot acf e pacf para encontrar parâmetros ótimos para o modelo;
4. Construir modelo ARIMA;
5. Fazer previsões;

Análise exploratória dos dados

A partir do gráfico, podemos ver o preço da placa aumentou drasticamente, especialmente a partir de 2014. Ele subiu de cerca de 20.000 yuan para quase 90.000 yuan com em 16 anos. A característica de Anther que podemos ver a partir do gráfico é o preço de oferta mais baixo é muito próximo do preço médio da oferta, e a diferença está cada vez mais próxima e especialmente após 2013, a diferença está dentro de 200 yuan.

A segunda parcela mostrou que os participantes do lance de licença apresentaram uma taxa de crescimento ultrajante, em particular acontecem em torno de 2014. No entanto, o número de ofertas de placas para público é significativamente menor que o número do lance. O número de lances passou de média de 4.373 por ano para 253.335 Aplicações por ano. Sem licença, a placa de licença só oferece 2,654 a 11,023 por ano, em média.

Análise do preço médio da placa de licença

Agora vamos investigar mais sobre os dados, comparando-os no ano. Vamos agrupar os dados por ano, em seguida, tomar o preço médio de cada ano. Nós mostramos pela primeira vez um gráfico de barras da relação entre os candidatos da placa de automóveis e o número de placas de automóveis. O gráfico demonstrado a partir de 2014, o número de candidatos crescem excessivamente fora das placas. Em seguida, o gráfico da taxa de crescimento mostrou que o número de placas de licença são relativamente estáveis, compare o número de candidatos. A taxa de cobrança de placa de carro apoiou a conclusão anterior, antes de 2014, a taxa vencedora é de 30% ou mais. A partir de 2014, a taxa vencedora diminuiu para menos de 10%, hoje em dia é de cerca de 5%. Além disso, o crescimento do preço médio está dentro de 10% a partir de 2015. Então vamos traçar a taxa de crescimento com 2002 como linha de base, veja como ela muda a cada ano em relação ao ano de 2002. Podemos ver, a taxa vencedora, o preço médio é gradualmente converge para o estável a partir de 2015. Eu acho que o principal motivo é que o mercado está gradualmente saturado.

Sabemos que o preço do negócio médio é muito próximo do preço mais baixo. Então, estamos tentando usar o número de licitadores para prever o preço mais baixo. Podemos ver quando o número do lance > 50,000, pode haver uma relação linear. Nosso modelo apoiou nossa conjectura, o valor p menor do que 0,05. Então, se conhecemos o número total de licitantes, então podemos calcular o preço mais baixo, e pelo preço mais baixo, adicionamos 300-500 Yuan, será na Loteria.

9. Implementation

O Jupyter Notebook por ser uma ferramenta didática consegue transmitir muitas informações e explicar o que está acontecendo nos modelos, está claro e conciso com relação ao que está acontecendo no modelo.

Durante o processo de desenvolvimento encontrei alguns problemas com dificuldades técnicas com relação ao Python e limpeza dos dados, todos esses processos estão documentados no Jupyter Notebook. Houveram mudanças no escopo do projeto, mudanças de dataset, pesquisa e análise das variáveis para chegar no modelo final.

Acredito que todo o projeto e metodologia para a análise de dados merece ser documentado por isso o Jupyter Notebook é um guia para se trabalhar com séries temporais.

10. Refinement

A regressão linear foi o primeiro algoritmo pensado para se resolver o problema, após a aplicação não fiquei com os resultados, dessa forma apliquei os próximos algoritmos de machine learning que também não me satisfizeram. Por estar atuando com pesquisa diretamente em time series estou mais confiante para trabalhar com as séries de tempo. Todos os algoritmos implementados no projeto são soluções alternativas para a resolução do problema principal de prever o preço mínimo das licenças.

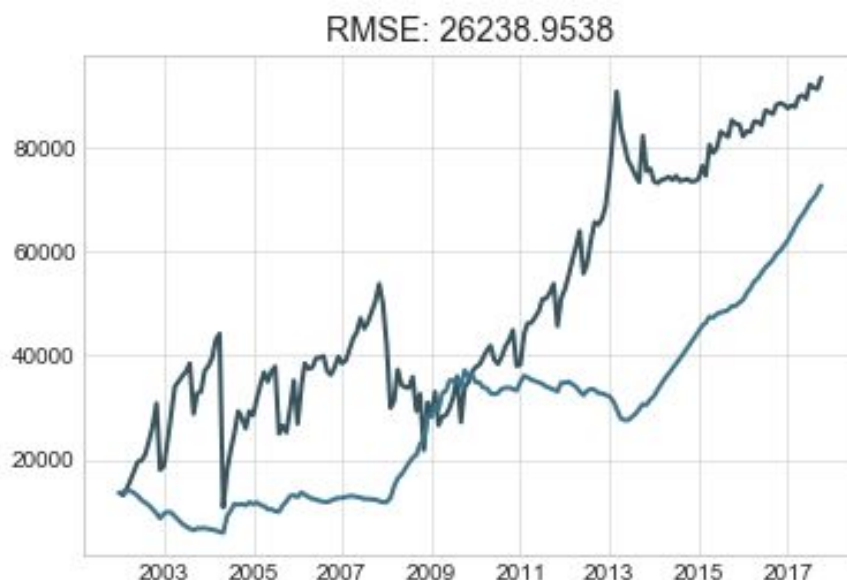
Results

11. Model Evaluation and Validation

O modelo está bastante de acordo com as minhas expectativas, pensando nesse modelo ainda como um mvp com o objetivo de testar o modelo os parâmetros finais do modelo são bastante apropriados.

A aplicação de time série forecasting está robusta para o modelo e pequenas perturbações sempre serão um problema para todos que trabalham com séries temporais.

Os modelos mesmo com baixa precisão são confiáveis e comprovam que baseado na comparação da aplicação dos outros modelos de machine learning.



Resultados do teste Dickey-Fuller:
Test Statistic -0.979029
p-value 0.760836
#lags Used 1.000000
Number of Observations Used 188.000000
Critical Value (1%) -3.465620
Critical Value (5%) -2.877040
Critical Value (10%) -2.575032
dtype: float64

Conclusion

12. Improvement

Uma melhoria clara para esse problema em especial serial trabalhar com uma rede neural artificial treinada para conseguir previsões mais refinadas e robustas do modelo, claramente se eu estivesse mais evoluído tecnicamente em implementar redes neurais artificiais eu teria feito esse projeto como uma comparação entre a resolução desse problema como time series ou com um rede neural artificial.

A solução final pode ser usada como referência porém ainda precisa ser melhor treinada com testes com os reais interessados na variação do preço das licenças para dirigir.

13. Conclusão / Justificativa

Em todo o projeto procurei deixar os textos o mais claros e explicativos possíveis. Revisei o projeto diversas vezes e acredito que os erros de português serão mínimos. Foi fornecida uma visualização que enfatiza uma qualidade importante sobre o projeto com uma discussão aprofundada. As pistas visuais estão claramente definidas. Dei a devida referência a todo material que consultei, consultei não só artigos de internet, mas também artigos acadêmicos, o projeto tem bastante embasamento. O referencial teórico está gigante pois procurei entender de fato os problemas e buscar a melhor ferramenta para resolver os problemas iniciais. Conforme orientação da Udacity o Jupyter Notebook está completamente explicativo. Procurei documentar todo o processo de criação, assim como toda a validação das hipóteses do início ao final do projeto.

Esse modelo de time series forecasting está funcional e conseguiu atingir os resultados esperados quando ainda estava apenas especulando sobre os resultados do projeto. Como eu foquei em deixar um projeto interessante não somente para uma aplicação específica acredito que esse projeto está atendendo perfeitamente aos pré requisitos.

Séries temporais são extremamente interessantes, redes neurais artificiais e deep learning ainda mais. Com a realização do projeto acredito mil vezes mais no poder das visualizações de dados, fiz diversos cursos focados em R que me ajudaram a entender melhor os problemas e refletiram em mudanças nas implementações do Python.

Ao final do projeto foi possível criar previsões que em alguns pontos ficaram bastante assertivas com relação ao modelo de dados original. Nos últimos códigos de séries temporais foi realizada uma previsão do comportamento do preço mínimo para o leilão das placas de licitação

14. Referências

<https://www.kaggle.com/bogof666/shanghai-car-license-plate-auction-price/data>

<https://www.kaggle.com/bazingasu/shanghai-license-plate-bidding-price-prediction/data>

<http://deeplearningbook.com.br/capitulo-9-a-arquitetura-das-redes-neurais/>

<https://www.analyticsvidhya.com/blog/2018/02/time-series-forecasting-methods/>

<https://codeburst.io/jupyter-notebook-tricks-for-data-science-that-enhance-your-efficiency-95f98d3adee4>

<https://towardsdatascience.com/why-you-should-forget-for-loop-for-data-science-code-and-embrace-vectorization-696632622d5f>

<https://towardsdatascience.com/10-machine-learning-algorithms-you-need-to-know-77fb0055fe0>

<http://www.cbccity.de/timeseries-decomposition-in-python-with-statsmodels-and-pandas>

<https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/12709/1/Artur%20Jorge%20Ferreira%20da%20Costa%20Dias.pdf>

<http://www.redalyc.org/pdf/3291/329147536007.pdf>

http://www.ceel.eletrica.ufu.br/artigos/ceel2016_artigo094_r01.pdf

<https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tede/7563/5/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20-%20Ricardo%20Henrique%20Fonseca%20Alves%20-%202017.pdf>

http://ftp.cptec.inpe.br/labren/publ/teses/DISSERTACAO_RICARDO-GUARNIERI.pdf

http://www.confea.org.br/media/contecc2017/eletrica/1_audrnanpdrsg.pdf

http://www.inovarse.org/sites/default/files/T14_0291_5.pdf

<http://www.redalyc.org/html/3291/329147536007/>

<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/14569>

https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/178026/TCC_Final_Jhuan_Souza.pdf?sequence=1&isAllowed=y

<https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/2542/1596>

revistas.ufpr.br/rber/article/download/48431/pdf

<https://pt.stackoverflow.com/questions/192098/como-funciona-uma-rede-neural-artificial>

<https://martin-thoma.com/classification-with-pybrain/>

<http://conteudo.icmc.usp.br/pessoas/andre/research/neural/>

<http://www.din.uem.br/ia/neurais/>

<http://www.cerebromente.org.br/n05/tecnologia/rna.htm>

ftp://ftp.dca.fee.unicamp.br/pub/docs/vonzuben/ia006_03/topico5_03.pdf

http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0016231_04_cap_05.pdf

<https://www.embarcados.com.br/redes-neurais-artificiais-introducao/>

<https://periodicos.utfpr.edu.br/recit/article/view/4330/Leandro>

<http://www2.ica.ele.puc-rio.br/Downloads/33/ICA-introdu%C3%A7%C3%A3o%20RN s.pdf>

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1982-21702017000100150&lng=pt&tlng=pt

http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-86212017000300103&script=sci_arttext

<https://www.analyticsvidhya.com/blog/2015/12/complete-tutorial-time-series-modelin g/>

<https://www.monolitonimbus.com.br/processos-estacionais/>

<https://www.analyticsvidhya.com/blog/2015/12/complete-tutorial-time-series-modelin g/>

<http://www.portalaction.com.br/series-temporais/11-estacionariedade>

http://www.icad.puc-rio.br/cfeijo/pdf/revis%C3%A3o%20b%C3%A1sica%20s%C3%A9ries%20temporais_material%20de%20apoio_curso%20teoria%20macroeconomic a_PPGE%20UFF.pdf

<https://www.ime.unicamp.br/~hlachos/MaterialSeries.pdf>

<http://www.inf.ufsc.br/~marcelo.menezes.reis/Cap4.pdf>

https://www.researchgate.net/publication/229040330_JTIMESAT_uma_ferramenta para_a_visualizacao_de_series_temporais_de_imagens_de_satelite

http://bdm.unb.br/bitstream/10483/7239/1/2013_JoseRobertoGoncalvesdeRezendeF ilho.pdf

https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/16824/16824_4.PDF

https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/24787/24787_4.PDF

<http://conteudo.icmc.usp.br/pessoas/ehlers/stemp/stemp.pdf>

<http://cdsid.org.br/sbpo2015/wp-content/uploads/2015/08/140250.pdf>

https://www.marinha.mil.br/spolm/sites/www.marinha.mil.br.spolm/files/101711_0.pdf

<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/31034/000782115.pdf?sequence=1>

<http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/232/TCC%20-%20VALCIANO%20CAMILO%20GURGEL.pdf>

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1982-21702017000100150&lng=pt&tlng=pt

<http://www.ime.eb.br/arquivos/teses/se4/mec2008/2008Bianca.pdf>

http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/267746/1/Conti_JoseCarlos_M.pdf

http://www.ctec.ufal.br/professor/cfs/Sul_Sud06%20-%20Series.pdf

<http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/marineengineeringproceedings/spolm2015/140011.pdf>

<http://www.portalaction.com.br/series-temporais/15-modelos-para-series-temporais>

http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-86212017000300103&script=sci_arttext

https://www.researchgate.net/publication/289479535_Previsao_de_energia_eletrica_modelagem_e_uso_de_combinacoes_de_previsoes

https://www.ufrgs.br/sbai17/papers/paper_506.pdf

http://www.scielo.org.co/pdf/eia/n26/en_n26a09.pdf

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050915015641>

<http://www.uff.br/engevista/seer/index.php/engevista/article/viewFile/433/236>

<http://www.ufjf.br/pgmc/files/2011/05/Disserta%C3%A7%C3%A3o-Guilherme-G-Neto-18-08.pdf>

http://www.exatas.ufpr.br/portal/deggraf_paulo/wp-content/uploads/sites/4/2014/09/EE022-08-08.pdf

<http://www.datascienceinstitute.com.br/forecast-de-consumo-de-energia-eletrica/>

<https://docs.microsoft.com/pt-br/azure/machine-learning/preview/scenario-time-series-forecasting>

https://translate.google.com.br/translate?sl=en&tl=pt&js=y&prev=t&hl=pt-BR&ie=UTF-8&u=http%3A%2F%2Fwww.scielo.br%2Fscielo.php%3Fscript%3Dsci_arttext%26pid%3DS1678-86212017000300103%26lng%3Dpt%26tlng%3Dpt&edit-text=

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212017000300103&lng=pt&tlng=pt

http://acervo.ufvjm.edu.br/jspui/bitstream/1/1327/1/rodrigo_magalhaes_mota_santos.pdf

<http://tede2.pucgoias.edu.br:8080/bitstream/tede/2484/1/Paulo%20Henrique%20Borba%20Florencio.pdf>

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.29.4455&rep=rep1&type=pdf>

<https://gab41.lab41.org/the-10-algorithms-machine-learning-engineers-need-to-know-f4bb63f5b2fa>

<http://minerandodados.com.br/index.php/2017/05/19/prevendo-precos-de-acoes-da-bolsa-de-valores-com-machine-learning/>

https://fga.unb.br/articles/0000/5556/TCC_Hialo_Muniz.pdf

http://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariaeletrica/pos-graduacao/327-dissertacao_ciceromarcelo.pdf

<https://machinelearningmastery.com/decompose-time-series-data-trend-seasonality/>

<https://machinelearningmastery.com/gentle-introduction-gradient-boosting-algorithm-machine-learning/>

<http://www.semantix.com.br/10-algoritmos-de-machine-learning/>

http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-86212017000300103&script=sci_arttext

https://fga.unb.br/articles/0000/7804/TCC_Hialo_Muniz.pdf

<http://www.leec.eco.br/downloads/R-tutorial-de-bolso.pdf>