REDE NEURAL COM APRENDIZADO INCREMENTAL APLICADA À PREDIÇÃO DA ARRECADAÇÃO FEDERAL

Patrick Marques Ciarelli
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica
Departamento de Engenharia Elétrica
Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)
simply_pmc@yahoo.com

Elias Oliveira
Programa de Pós-Graduação em Informática
Departamento de Informática
Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)
elias_de_oliveira@yahoo.com.br

Evandro O. T. Salles
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica
Departamento de Engenharia Elétrica
Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)
evandro@ele.ufes.br

ABSTRACT

The prediction of economic and financial time series is a powerful tool for planning and decision making of a government or a company. With accurate predictions can have greater control over the finances, and make more consistent decisions about future investments.

Several techniques for time series forecasting have been proposed, able to determine the future behavior of a given time series based on its past and present data. However, some of these techniques have a slow training process, which may be inappropriate or inefficient for some applications of time series, because these time series are constantly changing over time.

Although these techniques take the advantage of to reach an optimized structure from a training data set, their performance may fall suddenly when a feature of the environment changes. Procedures for retraining can be performed to fit them to the new reality, however, these procedures may consume a long processing time and thus be impractical in some cases due to the dynamics of the process.

A new paradigm in the field of computational intelligence based on building models from incremental algorithms and data flows has emerged about a decade ago. These models, called evolutionary models, not only minimize the problem of storing large amounts of data, but also offer important characteristics for modelling of non-linear adaptive processes. The main characteristics of the evolutionary models are the continuous learning, the self-organization and the adaptation to the unknown environments.

In this work, we propose a new technique of evolutionary model called Evolving General Regression Neural Network. This technique is based on General Regression Neural Network, Gaussian mixture model and Expectation Maximization. Whenever new data are available for training, which may occur in sequential mode, this neural network adjusts quickly its architecture and its parameters to better adapt to the problem.

In our experiments, we have used our neural network to predict the Brazilian federal tax revenues for the period between January and December of 2001, and we have used four typical metrics for evaluation. For comparison, we use results obtained by four other techniques that have been published and two other methods that we tested. Our technique has achieved some of the best results, losing only to a type of backpropagation neural network. However, our approach has a shorter training time and it does not need a validation set for each new prediction, as used by this backpropagation neural network. Finally, our approach obtained better results than the results obtained by ARIMA model, whose method was appointed like the most relevant in the literature, until 2007.

KEYWORDS. General Regression Neural Network, incremental learning, Gaussian mixture model.

RESUMO

A previsão de series temporais econômico-financeiras é uma ferramenta poderosa para o planejamento e tomadas de decisões de um governo ou de uma empresa. Com previsões precisas pode se obter um controle maior sobre as finanças, e tomar decisões mais consistentes sobre futuros investimentos.

Diversas técnicas de previsão de séries temporais têm sido propostas, capazes de determinar o comportamento futuro de uma determinada série temporal baseadas nos dados do passado e presente. Entretanto, algumas destas técnicas possuem um processo de treinamento lento, que pode ser inadequado ou ineficiente para algumas aplicações de séries temporais, devido a estas estarem constantemente mudando ao longo do tempo.

Embora tais técnicas tenham a vantagem de alcançar uma estrutura otimizada a partir de um conjunto de dados de treinamento, o desempenho deles pode cair repentinamente quando uma característica do ambiente muda. Procedimentos de retreinamento podem ser realizados para se adaptar a nova realidade, contudo, eles podem consumir um longo tempo de processamento e, assim, ser inviável em alguns casos, devido à dinâmica do processo.

Um novo paradigma no campo de inteligência computacional baseado na construção de modelos a partir de algoritmos incrementais e fluxo de dados tem surgido há aproximadamente uma década atrás. Estes modelos, chamados de modelos evolutivos, não somente minimizam o problema de estocar grandes quantidades de dados, mas também oferecem características importantes para a modelagem de processos adaptativos não lineares. As principais características dos modelos evolutivos são o aprendizado contínuo, a auto-organização e a adaptação a ambientes desconhecidos.

Neste trabalho propomos uma nova técnica de modelo evolutivo chamada de Rede Neural de Regressão Geral Evolutiva. Esta técnica é baseada na Rede Neural de Regressão Geral, no modelo de misturas de gaussianas e na Maximização da Esperança. Sempre que novos dados estão disponíveis para treinamento, que pode ocorrer de forma sequencial, esta rede neural ajusta rapidamente a sua arquitetura e seus parâmetros para uma melhor adaptação ao problema.

Em nossos experimentos usamos nossa rede neural para predizer a arrecadação federal brasileira para o período entre janeiro e dezembro de 2001, e usamos quatro métricas típicas para

avaliação. Para comparação, usamos resultados obtidos por outras quatro técnicas que foram publicados e mais outros dois métodos que testamos. Nossa técnica obteve alguns dos melhores resultados, ficando atrás apenas de um tipo de rede neural *backprobagation*. Entretanto, nossa abordagem possui um tempo de treinamento menor e não precisa de um conjunto de validação a cada nova predição, como é utilizada por esta rede neural *backprobagation*. Finalmente, nossa abordagem obteve melhores resultados do que os obtidos pelo modelo ARIMA, cujo método foi considerado, até 2007, o mais relevante na literatura para este tipo de problema.

PALAVRAS CHAVE. Rede Neural de Regressão Geral, aprendizado incremental, modelo de misturas gaussianas.