



PREVISION DE NIVELES A CORTO PLAZO CON REDES NEURONALES ARTIFICIALES EN EL RÍO PARAGUAY: ESTACION DE ASUNCION

JOSE MANUEL DIAZ ALVARENGA

Tesis presentada a la Facultad de Ingeniería, Universidad nacional de Asunción, como requisito para la obtención del título de Magister en Ciencias de la Ingeniería de Recursos Hídricos.

Universidad Nacional de Asunción

Facultad de Ingeniería

Programa de Postgrado en Ingeniería de Recursos Hídricos

SAN LORENZO – PARAGUAY

MAYO – 2018

PREVISION DE NIVELES A CORTO PLAZO CON REDES NEURONALES ARTIFICIALES EN EL RÍO PARAGUAY: ESTACION DE ASUNCION.

Autor: JOSÉ MANUEL DÍAZ ALVARENGA.

Orientador: Prof. Ph. D. OLAVO CORREA PEDROLLO.

RESUMEN

Para la previsión a corto plazo de niveles fluviométricos del río Paraguay en la estación de Asunción, se adoptó como área de estudio, el tramo de río comprendido entre las ciudades de Concepción y Asunción, aplicándose el modelo empírico de redes neuronales artificiales, cuyos datos de entrada fueron observaciones diarias de precipitación y niveles, de estaciones hidrométricas que se encuentran en el área de estudio; para niveles se utilizaron las estaciones de Concepción y Asunción, para las precipitaciones se utilizaron las estaciones del Aeropuerto Internacional Silvio Pettirossi (Asunción), Aeródromo de Concepción, Aeródromo de San Pedro del Ycuamandyyú y San Estanislao. Preliminarmente, fueron realizadas correlaciones y autocorrelaciones de todos los datos, para la definición de las entradas de los modelos. Para tener en cuenta las condiciones de humedad antecedente fue utilizado el recurso de medias móviles ponderadas exponencialmente de las lluvias pasadas. El modelo de redes neuronales artificiales posee una arquitectura de múltiples capas, con una sola capa intermedia y la función de activación del tipo sigmoide bipolar, siendo entrenado con el algoritmo retropropagativo. Para evitar el super ajuste se utilizó la técnica de validación cruzada, y una forma original de repartición de las muestras de entrenamiento, validación y verificación, basada, no en la cantidad de registros, pero si en la representatividad de estos, para el entrenamiento. Los horizontes temporales estudiados van de 1 a 30 días. La aplicación del modelo, demostró tener un buen desempeño hasta alcances del orden de 15 días, con error medio de 32 cm y coeficiente de Nash-Sutcliffe del orden de 0.904, así también se destaca que se obtuvieron menores errores y mayores proporciones de varianzas explicadas cuanto menor fue el horizonte temporal. Los modelos de redes neuronales artificiales se mostraron mejores que la alternativa de prever para el futuro los mismos niveles observados en el tiempo actual. Se concluye, por lo tanto, que, incluso en ríos que presentan regímenes lentos, como el río Paraguay en Asunción, puede ser importante contar con previsiones en tiempo actual, obtenidas con el uso de redes neuronales artificiales.

PREVISÃO DE NÍVEIS DE CURTO PRAZO COM REDES NEURAIAS ARTIFICIAIS NO RIO PARAGUAI: ESTAÇÃO DE ASUNCIÓN.

Autor: JOSÉ MANUEL DÍAZ ALVARENGA.

Orientador: Prof. Ph. D. OLAVO CORREA PEDROLLO.

RESUMO

Para a previsão de curto prazo dos níveis fluviométricos do rio Paraguai na estação de Asunción, o trecho do rio entre as cidades de Concepción e Asunción foi adotado como área de estudo, aplicando o modelo empírico de redes neurais artificiais, cujos dados de entrada foram observações diárias de precipitação e níveis, das estações hidrométricas que estão na área de estudo; para níveis foram usados as estações de Concepción y Asunción, as estações do Aeroporto Internacional Silvio Pettrossi (Asunción), Aeródromo de Concepción, Aeródromo de San Pedro del Ycuamandyyú e San Estanislao foram utilizadas para a precipitação. Preliminarmente, correlações e autocorrelações de todos os dados foram feitas, para a definição das entradas dos modelos. Para levar em conta as condições de umidade antecedente foi utilizado o recurso de médias móveis ponderadas exponencialmente das chuvas passadas. O modelo de redes neurais artificiais possui uma arquitetura multicamada, com uma única camada intermediária e a função de ativação do tipo sigmóide bipolar, sendo treinada com o algoritmo retropropagativo. Para evitar o super ajuste, foi utilizada a técnica de validação cruzada, e uma forma original de distribuição de amostras de treinamento, validação e verificação, baseada não no número de registros, mas na representatividade destes, para o treinamento. Os horizontes de tempo estudados variam de 1 a 30 dias. A aplicação do modelo mostrou-se com bom desempenho em até 15 dias, com erro médio de 32 cm e coeficiente Nash-Sutcliffe de 0,904, sendo também evidenciados erros menores e maiores proporções de variâncias. quanto menor o horizonte de tempo. Os modelos de redes neurais artificiais foram melhores que a alternativa de prever para o futuro os mesmos níveis observados no tempo atual. Conclui-se, portanto, que, mesmo em rios que possuem regimes lentos, como o rio Paraguai, em Assunção, pode ser importante ter previsões no tempo atual, obtidas com o uso de redes neurais artificiais.

SHORT-TERM FORECAST OF LEVELS WITH ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS IN THE PARAGUAY RIVER: ASUNCION STATION

Author: JOSÉ MANUEL DÍAZ ALVARENGA.

Advisor: Prof. Ph. D. OLAVO CORREA PEDROLLO.

SUMMARY

For the short-term forecast of fluviometric levels of the Paraguay River at the Asunción station, the section of river between the cities of Concepción and Asunción was adopted as the study area, applying the empirical model of artificial neural networks, whose input data were daily observations of precipitation and levels, of hydrometric stations that are in the area study; The stations of Concepción and Asunción were used for levels, for the precipitations were used the stations of the Silvio Pettirossi International Airport (Asuncion), Aerodrome of Concepción, San Pedro del Ycuamandyyú Aerodrome and San Estanislao. Preliminarily, correlations and autocorrelations of all the data were made, for the definition of the entries of the models. To take into account the conditions of antecedent humidity was used the resource of moving averages exponentially weighted from the past rains. The model of artificial neural networks has a multilayer architecture, with a single intermediate layer and the activation function of the bipolar sigmoid type, being trained with the backpropagation algorithm. To avoid the super fit, the cross-validation technique was used, and an original form of distribution of training, validation and verification samples, based not on the number of records, but on the representativeness of these, for the training. The time horizons studied range from 1 to 30 days. The application of the model proved to have a good performance up to 15 days, with an average error of 32 cm and a Nash-Sutcliffe coefficient of 0.904. It is also noted that lower errors and higher proportions of variances were obtained. the smaller the time horizon. The models of artificial neural networks were better than the alternative to predict for the future the same levels observed in the current time. We conclude, therefore, that, even in rivers that have slow regimes, such as the Paraguay River in Asunción, it may be important to have forecasts in current time, obtained with the use of artificial neural networks.