

ABSTRACT

In the current study, Multi Layer Perceptron (MLP) based neural networks (NN) model with one hidden layer was utilized to predict fatigue lives of polymer-matrix composites under wide spectrum of fatigue stress ratios. E-glass/epoxy (Material I), E-glass/polyester (Material II) and AS4/PEEK (Material III) composites with, respectively, six, nine and six stress ratio values from the corresponding fatigue database were employed. Two stress ratios of each material were selected as the training set which represented a limited set of stress ratios. The Levenberg-Marquardt training algorithm which implemented Bayesian regularization was utilized to deal with the limited training set. In addition, the quality of the fatigue lives predicted by the NN model compared to those obtained by the experiments or other method was measured using mean square error (MSE) value.

The prediction results showed that the NN model yield consistent and reasonably accurate fatigue life prediction under a wide range of stress ratio values for all the materials. Also, the fatigue life prediction was still consistent when the stress ratios of the training set were varied from Tension-Tension (T-T) to Compression-Compression (C-C) fatigue mode. Due to the simplicity of T-T fatigue testing with no buckling supports, the use of T-T training set may be preferred compared to T-C and C-C training sets. Moreover, the MSE values obtained in the current study were comparable with that of the previous work benchmarked. The optimum number of hidden nodes for Materials I, II and III was respectively 15, 6, and 30, with the corresponding optimum MSE values were 0.108, 0.185 and 0.117. Related to the optimum MSE values, it is observed that the best prediction results were achieved when using training set with R values far separated or symmetrical position in the CLD region. The strategic position of the stress ratios provided the best distribution of the fatigue information which in turn resulted in the best prediction results among the other training sets.

Keywords: Neural Networks, Polymer Composite, Fatigue Life Prediction, Variable Amplitude Loading

ABSTRAK

Dalam kajian ini, model neural networks (NN) berdasarkan Multi Layer Perceptron (MLP) dengan satu lapisan tersembunyi telah digunakan untuk menentukan hayat fatigue komposit polimer/matrik dibawah nisbah tegangan fatigue yang berspektrum luas. Komposit-komposit seperti E-glass/epoxy (Bahan I), E-glass/poliester (Bahan II) dan AS4/PEEK (Bahan III) telah digunakan, masing-masing dengan enam, sembilan dan enam nilai nisbah tegangan daripada senarai data fatigue yang berpadanan. Dua nisbah tegangan untuk setiap bahan telah dipilih sebagai set pembelajaran yang mana mewakili set nisbah tegangan yang terhad. Algoritma pembelajaran Levenberg-Marquardt yang menggunakan Bayesian regularization telah digunakan untuk mengkaji set pembelajaran yang terhad ini. Selain itu, kualiti hayat fatigue yang dijangka oleh model NN berbanding dengan yang diperolehi daripada eksperimen-eksperimen atau cara yang lain, telah diukur menggunakan nilai mean square error (MSE).

Keputusan jangkaan telah menunjukkan bahawa model NN menghasilkan jangkaan hayat fatigue yang konsisten dan ketepatan yang munasabah dibawah banyak nilai nisbah tegangan untuk kesemua bahan-bahan. Tambahan pula, jangkaan hayat fatigue masih konsisten apabila nisbah-nisbah tegangan untuk set pembelajaran telah divariasikan dari mode fatigue Tension-Tension (T-T) kepada mode fatigue Compression-Compression (C-C). Disebabkan oleh sifat ujian fatigue T-T tanpa sokongan buckling adalah ringkas, kegunaan set latihan T-T sangat digemari berbanding set-set latihan T-C dan C-C. Selain itu, nilai-nilai MSE yang diperolehi dalam kajian ini adalah seumpama yang terdapat dalam kajian-kajian yang terdahulu. Jumlah nod-nod tersembunyi yang optimum untuk Bahan I, II dan III, masing-masing adalah 15, 6, dan 30, dengan nilai-nilai MSE yang berpadanan adalah 0.108, 0.185 dan 0.117. Berkait dengan nilai-nilai MSE yang optimum, didapati bahawa keputusan jangkaan yang terbaik telah dicapai apabila menggunakan set latihan dengan nilai R yang dipisahkan atau posisi yang simetri dalam kawasan CLD. Posisi nisbah tegangan yang strategik memberikan agihan maklumat fatigue yang terbaik yang kemudiannya menghasilkan keputusan jangkaan yang terbaik dikalangan set-set pembelajaran yang lain.

Kata kunci: *Neural Networks, Komposit Polimer, Jangkaan Hayat Fatigue, Pembebanan dengan Amplitud yang Bervariasi*