

Izboljšana metoda za diagnosticiranje napak ležajev z enodimenzionalnimi CNN in LSTM

Honghu Pan – Xingxi He* – Sai Tang – Fanming Meng

Univerza v Chongqing, Državni laboratorij za mehanske prenose, Chongqing, Kitajska

Ležaji predstavljajo najpomembnejši sestavni del rotacijskih strojev. Njihova glavna funkcija je nošenje vrtečih se teles in zmanjševanje količnika trenja med gibanjem. Stalno abrazivno delovanje zaradi medsebojnega gibanja stičnih površin povzroča poškodbe komponent in v več študijah je bilo dokazano, da so napake v ležajih glavni vir odpovedi rotacijskih strojev. Z učinkovitimi metodami za diagnosticiranje napak je mogoče potrditi brezhibno stanje ležajev in preiskovati vzorce napak.

Glavne napake pri ležajih so napake na kroglicah, notranjih ležajih in zunanjih ležajih. Teoretična osnova metod za diagnosticiranje napak je notranja struktura signalov, zbranih pri različnih stanjih ležajev. Tradicionalne metode za diagnosticiranje napak ležajev s signali vibracij imajo običajno tri korake: vnaprejšnja obdelava podatkov, izločitev značilnosti in razvrščanje vzorcev. Izbiranje ustreznih značilnosti je težavna naloga, saj so odvisne od različnih pogojev. V članku je za reševanje tega problema predlagana metoda na osnovi globokega učenja.

Predlagana metoda uporablja dva običajna algoritma (CNN in LSTM), njena izvirnost pa je v združitvi obeh algoritmov. Metoda CNN je zelo uporabna na področju razvrščanja slik, saj zmanjšuje frekvenčno variabilnost, metoda LSTM pa se zelo dobro izkaže pri obdelavi časovnih vrst. V članku je podan predlog izboljšane metode za diagnosticiranje napak z združitvijo enodimenzionalnih CNN in LSTM v eno samo strukturo. S takšnim pristopom se je mogoče izogniti omejitvam tradicionalnega izločanja značilnosti, saj so na vходу uporabljeni surovi podatki signala in izločanje značilnosti tako sploh ni potrebno.

Predlagani model ima več prednosti v primerjavi z drugimi modeli na osnovi globokega učenja: dosega največjo točnost napovedi s testnim naborom podatkov; iterira hitreje kot model LSTM; in učinkoviteje preprečuje preveliko prilagojenost podatkom kot model DNN. Predlagana metoda ima naslednji prednosti v primerjavi s tradicionalnimi metodami za diagnosticiranje napak: tradicionalno izločanje značilnosti ni potrebno, zato odpadejo motnje zaradi neprimernih značilnosti; točnost napovedi pri predlagani metodi je bistveno večja kot pri tradicionalnih metodah.

Predlagani model ima svoje omejitve, največja slabost pa je računska zahtevnost. S trendom povečevanja računalniških zmogljivosti postaja predlagana metoda vse primernejša tudi za zahtevne mehanske sisteme.

V članku je podan predlog izboljšane metode za diagnosticiranje napak ležajev, ki združuje enodimenzionalne CNN in LSTM. Ob upoštevanju prednosti CNN pri zmanjševanju frekvenčne variabilnosti ter prednosti LSTM pri časovnem modelu je bil izhod CNN uporabljen kot vhod za LSTM. Surovi podatki, zbrani z zaznavali, so bili razdeljeni v nabor podatkov za učenje in v nabor podatkov za testiranje. Z naborom podatkov za testiranje so bili določeni notranji parametri modela. Nabor podatkov za testiranje je bil nato uporabljen za preverjanje učinkovitosti naučenega modela. Rezultati so pokazali, da povprečna točnost na testnem naboru podatkov presega 99 %, model v najboljši konfiguraciji pa omogoča popolnoma točne napovedi.

Ključne besede: diagnosticiranje napak ležajev, globoko učenje, CNN, LSTM, izločanje značilnosti, razvrščanje vzorcev