

Raziskava diagnosticiranja napak planetnih gonil na podlagi večskalne fraktalne škatlaste dimenzije CEEMD in ELM

Xihui Chen – Gang Cheng* – Hongyu Li – Yong Li

Kitajska rudarska in tehniška univerza, Šola za mehatroniko, Kitajska

Planetna gonila so razširjena v raznovrstnih pogonih velikih elektromehanskih naprav in predstavljajo najbolj kritični del sistema za prenos moči. Okvare planetnega gonila vplivajo na zanesljivost opreme in lahko privedejo tudi do nesreč, diagnostika okvar planetnih gonil pa je zato pomembno raziskovalno področje.

Predlagana je metoda za diagnosticiranje okvar planetnih gonil na podlagi večskalne fraktalne škatlaste dimenzije empirične dekompozicije oblik s komplementarnimi seti (CEEMD) in nevronske mreže – stroja za ekstremno učenje (ELM). Konstrukcija planetnega gonila je kompleksna in parametri delovanja kot sta hitrost in obremenitev se nenehno spreminjajo, zato je signal vibracij planetnega gonila nestacionaren ter ima lastnosti frekvenčne (FM) in amplitudne modulacije (AM).

Predlagana je uporaba metode CEEMD za dekompozicijo signala vibracij, ki odpravlja problem mešanja oblik in uhajanja energije, problem napake rekonstrukcije pa je ublažen z uporabo komplementarnih parov signalov Gaussovega belega šuma. Pri metodi CEEMD se velik del vibracijskih motenj, ki nastajajo v drugih komponentah prenosnika, in informacije o delovanju planetnega gonila porazdelijo v različne funkcije lastnih oblik (IMF). Le nekatere IMF so povezane z informacijami o delovanju, ki nastanejo zaradi napak planetnega gonila, medtem ko ostale ne vsebujejo želenih informacij. Funkcije IMF, ki nosijo najpomembnejše informacije za odkrivanje napak na planetnih gonilih, se izbirajo po merilu sploščenosti. Rekonstruirani signal je obdelan z večskalno analizo in razdeljen v več signalov na različnih skalah. Nato so s fraktalno škatlasto dimenzijo kvantificirane informacije o lastnostih delovanja v signalih. Ta dimenzija je obenem tudi končni podatek, ki opredeljuje vsako napako. Za točno razlikovanje med različnimi tipi napak pri planetnih gonilih je v tem članku uporabljena metoda ELM, ki omogoča preprosto izbiro parametrov, hitro učenje, dobro generalizacijo in uspešno prepoznavanje različnih napak.

Predlagana metoda za diagnosticiranje napak na planetnih gonilih je bila verificirana eksperimentalno v laboratoriju in v praktični industrijski aplikaciji.

Ekspirimenti so pokazali, da je predlagana metoda na podlagi večskalne fraktalne škatlaste dimenzije CEEMD in ELM primerna za ugotavljanje stanja planetnih gonil in uspešna pri diagnosticiranju napak na njih. Sistem za diagnosticiranje napak po predlagani metodi je trenutno ločen od sistema za krmiljenje mehanske opreme, zato bo naslednji korak povezovanje obeh sistemov.

Predlagano metodo za diagnosticiranje napak na planetnih gonilih bi bilo mogoče z določenimi prilagoditvami modela prenesti tudi na druge prenosnike.

Ključne besede: diagnosticiranje napak, planetno gonilo, CEEMD, večskalna analiza, fraktalna škatlasta dimenzija, ELM