

Diagnosticiranje napak kotalnih ležajev na podlagi izboljšanih modelov MSCNN in NRU

Teng Wang* – Youfu Tang – Tao Wang – Na Lei

Severovzhodna univerza za naftno industrijo, Inštitut za tehniške vede in strojništvo, Kitajska

Kotalni ležaji so poglavitni sestavni del rotacijskih strojev in pogosto obratujejo v težavnih razmerah velikih obremenitev in visokih hitrosti, zaradi česar so nagnjeni k odpovedim. Raziskave so pokazale, da so prav odpovedi ležajev najpogostejši vzrok za okvare. Raziskave metod za diagnosticiranje napak na kotalnih ležajih imajo tako teoretično in praktično vrednost za zagotavljanje neprekinjenega in varnega obratovanja opreme ter zmanjševanje gospodarskih izgub zaradi prekinitev obratovanja.

Množični podatki o vibracijah kotalnih ležajev pod vplivom spremenljivih obratovalnih pogojev in vzbujanj v obliki udarcev imajo značilno kompleksne nelinearne in nestacionarne lastnosti, zaradi česar je težko izkoristiti obstoječe tehnike obdelave signalov za adaptivno izločanje značilk napak. Normalni vzorci so po drugi strani veliko večji od vzorcev napak v množičnih podatkih o vibracijah kotalnih ležajev, zbranih na terenu, zaradi česar diagnostična učinkovitost in stopnja prepoznavne v obstoječih diagnostičnih metodah na podlagi umetne inteligence težko dosežeta zahtevano raven za industrijsko rabo. Raziskovalci doma in v tujini trenutno zlivajo tehnike obdelave signalov z diagnostičnimi metodami na podlagi umetne inteligence. Te metode so učinkovite za izboljševanje učinkovitosti diagnostike pri velikih vzorcih in raznovrstnih podatkih o vibracijah zaradi napak. Na podatke o vibracijah vplivajo različni obratovalni pogoji, strukturni parametri, vrste napak, stopnje napak in njihovo število. Omenjene metode zlivanja so lahko uporabne v določenih pogojih, izbira pa je odvisna od empiričnega znanja strokovnjakov, ki ima vedno svoje omejitve.

Za razrešitev teh izzivov je predstavljen predlog nove metode za diagnosticiranje napak z zlivanjem metod SENet-MSCNN (Squeeze and Excitation-Multiscale Convolutional Neural Networks) in GRU (Gate Recurrent Unit), ki naslavlja problem nizke stopnje diagnosticiranja zaradi normalnih vzorcev, ki so bistveno večji od vzorcev napak v množičnih podatkih o vibracijah. Metoda uporablja kot vhod signal vibracij v časovni domeni in ga zliva s prostorskimi značilkami, pridobljenimi po metodi SE-MSCNN. Časovne značilke so izločene po metodi GRU in uporabljene v popolnoma povezanem sloju za identifikacijo s ciljem realizacije pametne diagnostike z adaptivnim pridobivanjem značilk kotalnih ležajev. Metoda je bila nato preizkušena in analizirana na simuliranem signalu in na eksperimentalnih podatkih. Rezultati kažejo, da lahko model pri podatkovnih setih za ležaje in prenosnike doseže 98,98- in 76,44-odstotno migracijsko diagnostično točnost. Poleg tega izkazuje dobro imunost pred šumom, prilagodljivost in robustnost, s tem pa predstavlja učinkovito sredstvo za pametno diagnostiko na podlagi množičnih podatkov o vibracijah kotalnih ležajev.

Ključne besede: SENet, MSCNN, GRU, kotalni ležaj, diagnosticiranje napak