

Spremljanje obrabe strojnih delov s strojnim sluhom

Tilen Tinta

November 2024

1 Uvod

V tem poglavju bom predstavil problematiko/izive spremljanja obrabe strojnih delov, namene, poudaril pomembnost te teme v industriji, zakaj ta v zadnjih letih ta pridobiva na popularnosti ter opisal cilje seminarske naloge. Spremljanje obrabe je ključno za zagotavljanje daljše življenjske dobe strojev, izboljšanje produktivnosti ter zmanjšanje stroškov vzdrževanja. Tema je aktualna zaradi vse večje uporabe umetne inteligence (npr. konvolucijskih nevronske mreže - CNN) in akustičnih senzorjev, ki omogočajo bolj zanesljivo zaznavanje napak v realnem času. Kot omenjeno se bom pri študijskem projektu dotaknil projekta, za katerega bi bila taka rešitev primerna (opis, motivacija za to temo)

2 Teoretično ozadje

Opisal bom osnovne pojme, kot so akustika, vibracije in obraba strojnih delov. Obraba lahko vključuje obrabo zaradi trenja, korozije ali utrujenosti materiala. Razložil bom tudi osnovne koncepte analize zvočnih signalov, kot so Fourierjeva transformacija (FFT), analiza časovno-frekvenčnih spektrov (npr. z uporabo Short-Time Fourier Transform - STFT), DFT (Discrete Fourier Transform).

3 Tehnologija stroja s sluhom

Tukaj bom razložil koncept stroja s strojnim sluhom, ki vključuje uporabo akustičnih senzorjev, piezoelektričnih mikrofонов in MEMS mikrofонов. Ti senzorji zaznavajo vibracije in zvoke, ki jih povzročajo poškodbe ali obraba. Algoritmi, kot sta Principal Component Analysis (PCA) in Linear Discriminant Analysis (LDA), se pogosto uporabljajo za zmanjšanje dimenzionalnosti podatkov. Poleg tega bom razložil vlogo IoT naprav in edge-computinga pri hitrem procesiranju podatkov (Primer uporabe LoRa komunikacije).

4 Metode za spremljanje obrabe

V tem poglavju bom raziskal različne metode za spremljanje obrabe. Med algoritmi bom izpostavil Hidden Markov Models (HMM) za analizo časovnih serij, Support Vector Machines (SVM) za klasifikacijo podatkov ter Long Short-Term Memory (LSTM) nevronske mreže za napovedovanje dolgoročnih trendov. Prav tako bom predstavil uporabo transfernega učenja za prepoznavanje obrabe pri različnih strojih ter primerjal klasične metode, kot je uporaba pragov zvočnih nivojev, z naprednimi metodami, ki vključujejo nevronske mreže.

5 Prednosti in omejitve stroja s sluhom

Tukaj bom primerjal prednosti stroja s strojnim sluhom z drugimi metodami, kot so termografija in vibracijska analiza. Poudaril bom, da stroji s sluhom omogočajo brezkontaktno spremljanje stanja, kar je uporabno v težje dostopnih okoljih. Med omejitvami bom izpostavil občutljivost na hrup iz okolja, visoke stroške opreme in zahtevnost interpretacije podatkov (Moj primer iz podjetja).

6 Praktični primeri uporabe

Podal bom primere uporabe te tehnologije iz literature / člankov, katere bom obdelal. Na primer, uporaba CNN mrež za analizo zvočnih spektrov pri napovedovanju obrabe rezalnih orodij v CNC strojih ter implementacija IoT rešitev za spremljanje obrabe kovalnih trnov (Primer iz podjetja). Dotaknil tudi omenjenega problema s katerim sem se sam srečal v podjetju (kako bi tega lahko dodelali s to tehnologijo).

7 Prihodnje smernice raziskav

Opisal bom možne izboljšave, kot so integracija tehnologij z digitalnimi dvojčki, uporaba Reinforcement Learning (RL) za izboljšanje natančnosti napovedi in avtomatska kalibracija senzorjev.

8 Zaključek

V zaključku bom povzel glavne ugotovitve seminarske naloge. Poudaril bom, kako lahko teorija in tehnološki napredki prispevajo k zanesljivejšim sistemom za spremljanje obrabe ter izboljšanju produktivnosti in varnosti v industriji.

9 Literatura

- [1] A. Author1 and B. Author2. “Review of tool condition monitoring in machining and ...” In: *Springer* (2020). URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00170-020-05449-w>.
- [2] K. Author11 and L. Author12. “Recurrent Neural Networks with Long Term Temporal Dependencies in Machine Tool Wear Diagnosis and Prognosis”. In: *arXiv* (2019). URL: <https://arxiv.org/abs/1907.11848>.
- [3] M. Author13 and N. Author14. “Design & Implementation of Automatic Machine Condition Monitoring and Maintenance System in Limited Resource Situations”. In: *arXiv* (2024). URL: <https://arxiv.org/abs/2401.15088>.
- [4] O. Author15 and P. Author16. “Tool flank wear prediction using high-frequency machine data from industrial edge device”. In: *arXiv* (2023). URL: <https://arxiv.org/abs/2212.13905>.
- [5] C. Author3 and D. Author4. “Tool wear monitoring based on the combination of machine vision and ...” In: *Springer* (2023). URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00170-023-11017-9>.
- [6] G. Author7 and H. Author8. “Tool Wear Monitoring with Artificial Intelligence Methods: A Review”. In: *MDPI* (2023). URL: <https://www.mdpi.com/2504-4494/7/4/129>.
- [7] I. Author9 and J. Author10. “Tool Wear Prediction in CNC Turning Operations using Ultrasonic Microphone Arrays and CNNs”. In: *arXiv* (2023). URL: <https://arxiv.org/abs/2406.08957>.
- [8] Perumal Logesh, Bhadrinathan B., and Andrews Samraj. “Tool Wear Condition Monitoring Using Emitted Sound Signals By Simple Machine Learning Technique”. In: *DESIGN, CONSTRUCTION, MAINTENANCE 2* (June 2022), pp. 168–172. DOI: 10.37394/232022.2022.2.22.