

Politechnika Wroclawska

Streszczenie

Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka

Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii

Modelowanie i analiza długoterminowych danych historycznych zmiennych w czasie systemów złożonych w obecności szumów impulsowych do monitorowania stanu technicznego

by Hamid Shiri


Analiza danych długoterminowych zyskała znaczne zainteresowanie w ostatnich latach ze względu na swoją kluczową rolę w pozyskiwaniu użytecznych informacji z długoterminowych zbiorów danych. Rozwój technologii pomiarowych oraz postępy w technologiach informacyjnych i komunikacyjnych umożliwiły gromadzenie dużych ilości danych przemysłowych, obejmujących okresy od minut do lat. Te starannie wyselekcjonowane zbiory danych są niezwykle pomocnymi zasobami do informowania i doskonalenia procesów podejmowania decyzji.

Wykorzystanie danych długoterminowych do oceny stanu technicznego maszyn i prognozowania ich stanu jest ważnym zastosowaniem w dziedzinie utrzymania maszyn (ang. condition-based maintenance, CBM). Wczesna identyfikacja degradacji systemu oraz precyzyjne oszacowanie pozostałego czasu życia (RUL) są kluczowe dla zachowania niezawodności i bezpieczeństwa systemów przemysłowych, a także zmniejszenia ryzyka związanego z nieoczekiwanymi awariami i kosztami utrzymania.

Stopień skomplikowania w danych dotyczących stanu technicznego maszyn, w tym obecność niestacjonarnego charakteru, nieliniowości i zakłócenia o charakterze nie-Gaussowskim, stanowią poważne wyzwania dla ocen stanu technicznego maszyn i aplikacji prognostycznych. Obecność zachowania niestacjonarnego w szeregach czasowych może prowadzić do zafałszowanych oszacowań parametrów, błędnych korelacji i niedokładnych prognoz z powodu dynamicznych zmian. Oznacza to, że takie dane wymagają zaawansowanego podejścia analitycznego i złożonego modelu. Z drugiej strony, zakłócenia nie-Gaussowskie, zwłaszcza o ciężkim ogonie, nie spełniają założenia o istnieniu w danych rozkładu Gaussa, co jest niezbędne w wielu modelach szeregów czasowych. Może to powodować zafałszowania oszacowań i zwiększać ich wrażliwość na odchylenia, dlatego potrzebne są odporne techniki modelowania dla dokładnej analizy i prognozowania.

W pracy zaproponowano model długoterminowych danych dotyczących procesu degradacji uwzględniający zachowanie niestacjonarne oraz nie-Gaussowski charakter zakłóceń. Opracowano metody modelowania z wykorzystaniem technik zdolnych do radzenia sobie z zakłóceniami nie-Gaussowskimi w celu analizy i charakteryzacji historycznych danych degradacyjnych. Dodatkowo, wprowadza odporne metody segmentacji offline i online oparte na deterministycznych trendach w szeregu czasowym, a następnie rozwija rozszerzony filtr Kalmana oparty na kryterium maksymalnej korrentropii (MCEKF) do probabilistycznego oszacowania RUL, uwzględniając obecność zakłóceń nie-Gaussowskich. Analizy analityczne na syntetycznych i rzeczywistych zbiorach danych o różnym poziomie zakłóceń nie-Gaussowskich demonstrują skuteczność tych podejść.

Słowa kluczowe: ocena stanu technicznego maszyn, prognozowanie, segmentacja, indeks zdrowia, pozostały okres eksploatacji, rozszerzony filtr Kalmana, odporne metody, szумы nie-Gaussowskie, niestacjonarność.


HAMID SHIRI