



**Politechnika
Śląska**

POLITECHNIKA ŚLĄSKA
WYDZIAŁ AUTOMATYKI, ELEKTRONIKI I INFORMATYKI
KIERUNEK: INFORMATYKA

Rozprawa doktorska

Zwiększenie niezawodności pracy urządzeń bloków energetycznych
poprzez zastosowanie analityki predykcyjnej

Autor: mgr inż. Marek Mołęda

Promotor: dr hab. inż. Dariusz Mrozek, prof. PŚ

Konsultant: dr inż. Alina Momot

Gliwice, wrzesień 2022

Streszczenie

Temat pracy związany jest z projektowaniem opartych na metodach zaawansowanej eksploracji danych rozwiązań informatycznych wspierających procesy produkcyjne w elektrowni. Zaawansowane technologie pozwalają wykorzystać potencjał istniejących zbiorów danych, dając szansę na usprawnienie tych obszarów, które do tej pory nie były wspierane przez technologie informatyczne ze względu na wysokie koszty lub brak odpowiednich narzędzi. Jednym z obszarów zastosowania tego rodzaju zaawansowanej analityki jest predykcyjne utrzymanie ruchu (ang. *Predictive maintenance*), które polega na wczesnym wykrywaniu usterek na podstawie istniejących pomiarów. Predykcyjne utrzymanie ruchu poprzez identyfikację pierwszych symptomów potencjalnego zagrożenia w urządzeniach produkcyjnych na długo przed wystąpieniem awarii pozwala na ograniczenie zarówno nieplanowanych, jak i planowanych przestojów, zwiększając tym samym współczynnik dyspozycyjności urządzenia lub całej instalacji.

Głównym celem badań było znalezienie obszarów, gdzie możliwe i efektywne staje się wykorzystanie technik związanych w szczególności z predykcyjnym utrzymaniem ruchu oraz opracowanie narzędzi i modeli analitycznych realizujących te zadania. Z uwagi na skomplikowane procesy technologiczne, szczególna uwaga została skupiona na metodach modelowania niewymagających w dużym stopniu znajomości wiedzy inżynierskiej, a pozwalających osiągnąć skalowalne rozwiązania spełniające zadane oczekiwania odnośnie wiarygodności modelu. Szczegółowym celem badawczym było opracowanie analitycznego modelu na podstawie danych zbieranych w systemach IT oraz systemach technologicznych, umożliwiającego przewidywanie nadchodzących usterek i awarii. Na podstawie historycznych danych pomiarowych oraz informacji o awariach zaproponowany został heurystyczny model predykcyjny wykorzystujący wybrane techniki eksploracji danych.

Uwzględnivszy podejmowaną w literaturze tematykę technik predykcji usterek została zaproponowana technika oparta na metodzie regresji pozwalająca na wykrywanie potencjalnych awarii w przyszłości na podstawie zaobserwowanych anomalii pomiędzy sygnałem zmierzonym, a jego cyfrową rekonstrukcją za pomocą utworzonego modelu. Dzięki wykorzystaniu opracowanego modelu predykcji możliwe stało się przewidywanie i zapobieganie awariom urządzeń oraz w konsekwencji lepsze wsparcie procesów planowania przeglądów urządzeń, remontów i zakupów.

Zakres badań w obszarze predycyjnego utrzymania ruchu w elektrowni obejmuje analizę pracy wybranych urządzeń energetycznych wraz z dokumentacją dotyczącą ich awarii oraz stanu technicznego. Jednym z rozpatrywanych zagadnień jest sposób hierarchizacji i prezentacji danych z systemów analitycznych w sposób zrozumiały dla odbiorcy. Często istotne informacje znajdują się poza percepcją adresata, ginąc w szumie informacyjnym. Zaproponowany został także sposób normalizacji wyników oraz sposób interakcji z użytkownikiem poprzez wizualizację wyników oraz wyzwalanie alarmów. Prawidłowa ocena wiarygodności i wartości informacji jest podstawą do zmiany sposobu podejmowania decyzji z intuicyjnego na oparty na analizie danych. Istotnymi zagadnieniami podejmowanymi w pracy były zatem problemy związane z wdrożeniem i późniejszym utrzymaniem rozwiązania. Zaproponowano proces tworzenia i parametryzacji modeli predycyjnych. Zaproponowane metody zostały zaaplikowane w eksperymencie mającym potwierdzić możliwość automatyzacji procesu tworzenia oraz przenoszenia rozwiązania na inne urządzenia.

W kwestii zagadnień związanych z utrzymaniem rozwiązania zaproponowany został mechanizm ograniczający negatywny wpływ zjawiska dryfu koncepcji na zdolności predycyjne modelu.

Uzyskane w efekcie eksperymentów wyniki potwierdziły skuteczność proponowanej metody w zadaniu wykrywania poważnych usterek urządzeń energetycznych. W toku prac zaprojektowano system pozwalający na wykrywanie i identyfikację usterek oraz opracowano metody pozwalające na automatyzację procesu tworzenia i aktualizacji modeli predycyjnych.

Słowa kluczowe: predycyjne utrzymanie ruchu, redundancja analityczna, wykrywanie i identyfikacja usterek, uczenie maszynowe, energetyka