

Współczesny przemysł opiera się na maszynach, które muszą działać niezawodnie przez długi czas. Ich nieplanowana awaria oznacza kosztowne przestoje, straty produkcyjne, a czasem nawet zagrożenie dla bezpieczeństwa ludzi i środowiska. Dlatego inżynierowie coraz częściej sięgają po systemy tzw. predykcyjnego utrzymania ruchu (ang. Predictive Maintenance) – czyli takie, które wykrywają oznaki zużycia lub uszkodzenia jeszcze zanim maszyna przestanie działać. Dzięki temu można zaplanować naprawy z wyprzedzeniem, skrócić czas przestojów i obniżyć koszty eksploatacji.

Jedną z najbardziej skutecznych i popularnych metod diagnostyki jest analiza drgań. Czujniki montowane na obudowie maszyny „słuchają” jej pracy, rejestrując vibracje, które następnie są przetwarzane przez algorytmy komputerowe. Taka analiza pozwala wykryć nieprawidłowości, które często są niewidoczne gołym okiem. Problem polega jednak na tym, że dzisiejsze algorytmy uczą się głównie na bardzo „czystych” danych z laboratoriów – bez zakłóceń, zmian temperatury czy zmiennych obciążeń. W prawdziwym zakładzie produkcyjnym warunki są znacznie bardziej złożone: maszyny pracują z różną prędkością, czujniki się starzeją, a otoczenie pełne jest szumów i interferencji.

Ten projekt ma na celu opracowanie nowej generacji algorytmu diagnostycznego, który będzie:

- bardziej odporny na zakłócenia i zmienne warunki pracy,
- łatwiejszy do wdrożenia w różnych maszynach i lokalizacjach,
- bardziej przejrzysty i zrozumiały dla inżynierów.

W tym celu zaprojektowany zostanie tzw. hybrydowy system analizy drgań, który połączy klasyczne wskaźniki diagnostyczne (takie jak częstotliwości charakterystyczne dla konkretnych uszkodzeń) z surowymi sygnałami rejestrowanymi przez czujniki. Taki system będzie potrafił samodzielnie uczyć się z danych oraz dostosowywać się do nowych warunków pracy – np. innej maszyny lub zmienionej prędkości obrotowej – bez konieczności ręcznej konfiguracji. Ten proces uczenia się i dopasowywania znany jest w informatyce jako „adaptacja domenowa”.

Dodatkowo, aby poradzić sobie z sytuacjami, w których brakuje danych o rzadkich, lecz niebezpiecznych uszkodzeniach (np. pęknięcie wału), wykorzystam sztuczną inteligencję do „tworzenia” realistycznych danych treningowych. Algorytm generujący te dane będzie respektować prawa fizyki, w tym zasady związane z pracą łożysk, przekładni czy silników, tak aby wygenerowane przypadki były nie tylko matematycznie poprawne, ale i technicznie możliwe.

Projekt zostanie przetestowany zarówno na znanych zbiorach danych (np. z NASA), jak i na specjalnie zbudowanym stanowisku laboratoryjnym. To stanowisko umożliwi na kontrolowane wprowadzanie usterek, zmianę obciążenia czy ustawień napędu, a także ocenę działania systemu w warunkach zbliżonych do rzeczywistych.

Wyniki projektu – dane, algorytmy i narzędzia – zostaną udostępnione jako otwarte oprogramowanie, co umożliwi ich dalsze rozwijanie przez innych badaczy i inżynierów. Mam również nadzieję, że dzięki przystępnej dokumentacji i materiałom edukacyjnym, projekt ten przyczyni się do popularyzacji sztucznej inteligencji w przemyśle oraz zainspiruje młodych naukowców do dalszych badań w tej dziedzinie.