



WNIOSEK O PORTFOLIO:

Inteligentny system zintegrowanej automatycznej analizy sygnałów z maszyn wirnikowych

Autorzy: Tomasz Barszcz, Andrzej Bielecki, Marzen Bielecka, Mateusz Wójcik, Andrzej Rychlicki

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków
budynek C-2 pokój 426 tel: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



Opis merytoryczny

Maszyny wirnikowe są bardzo szeroką klasą maszyn, używaną w praktycznie wszystkich dziedzinach przemysłu, od energetyki, poprzez transport, przemysł spożywczy aż do napędów robotów i lotnictwa. Bezpieczeństwo i optymalna eksploatacja zależą od poprawności wykrywania uszkodzeń i śledzenia procesów degradacyjnych. Istniejące obecnie metody wykorzystują w ogromnej większości analizę sygnałów drgań mechanicznych, coraz częściej uzupełniane przez analizę tzw. parametrów procesowych. W ostatniej dekadzie opracowano wiele nowatorskich metod oceny stanu, często wykorzystujących narzędzia sztucznej inteligencji. W dalszym jednak ciągu do syntezy informacji i podjęcia decyzji niezbędna jest praca eksperta, który musi wziąć pod uwagę wyniki z licznych metod cząstkowych. Celem niniejszego projektu jest opracowanie jednolitego, zintegrowanego systemu analizy sygnałów z maszyn wirnikowych. System taki, bazując na metodach sztucznej inteligencji, byłby w stanie przeprowadzić analizy cząstkowe (np. analiza stanu operacyjnego, walidacja danych, analiza fourierowska, analiza rzędów, cyklostacjonarna analiza modulacji, itp.). Następnie system wyznaczać będzie zintegrowane wskaźniki stanu technicznego całej maszyny, jak również jej poszczególnych części składowych. Projekt obejmuje opracowanie systemów bazujących na różnego typu systemach sztucznej inteligencji. Przewiduje się, przede wszystkim, użycie metod typu *Machine Learning*, jak też sztucznych sieci neuronowych i systemów wnioskowania rozmytego oraz metod statystycznych. Przewiduje się również analizę różnego typu maszyn: maszyn górniczych, turbin wiatrowych, kompresorów tłokowych, pomp i wentylatorów. Nadmienić należy, że uzyskano już pewne wyniki dla ww. grup obiektów – por. publikacje wyspecyfikowane w pkt.3.

Charakterystyka i typ potencjalnych nabywców

Potencjalnymi nabywcami są wszystkie przedsiębiorstwa, które produkują lub eksploatują maszyny wirnikowe. Jest to ogromna grupa firm, obejmująca wiele gałęzi przemysłu. Zasadnicze typy podmiotów to:

- i. Producenci – z reguły są to duże przedsiębiorstwa, produkujące poszczególne maszyny wirnikowe (np. fabryka pomp, fabryka silników turbinowych) albo złożone systemy wykorzystujące takie maszyny (np. elektrownie

- ii. konwencjonalne bądź wiatrowe, platformy wiertnicze, cementownie, samoloty, pociągi, pojazdy samochodowe)
- iii. Właściciele – są to przedsiębiorstwa posiadające i eksploatujące złożone obiekty w których skład wchodzi maszyny wirnikowe
- iv. Firmy remontowe – są to najczęściej poddostawcy firm właścicieli, którzy na ich zlecenie realizują kompleksowe usługi naprawcze – remontowe. Typowym przykładem mogą być zakłady remontowe energetyki, bądź firmy obsługujące farmy wiatrowe
- v. Specjalistyczne firmy konsultingowe – są to szybko rosnące w ostatnich latach z reguły niewielkie firmy oferujące usługi oparte na wiedzy, np. pomocy w problemach z uruchomieniem elektrowni.

Opis materiałów promocyjnych

- i. Prezentacje multimedialne m.in. obrazujące zadania wyspecyfikowane w poprzednim punkcie.
- ii. Publikacje opublikowane przez autorów projektu dotyczące tematyki projektu:
 - 1. Bielecki A., Barszcz T., Wójcik M.,
Modelling of a chaotic load of wind turbines drivetrain,
Mechanical Systems and Signal Processing, accepted
 - 2. Jabłoński A., Barszcz T.,
Validation of vibration measurements for heavy duty machinery diagnostics,
Mechanical Systems and Signal Processing, vol.38, 2013, 248-263.
 - 3. Jabłoński A., Barszcz T., Bielecka M., Brehaus P.,
Modeling of probability distribution functions for automatic threshold calculations in condition monitoring systems,
Measurement, vol.46, 2013, 727-738.
 - 4. Barszcz T., Bielecka M., Bielecki A., Wójcik M.,
Wind speed modelling using Weierstrass function fitted by a genetic algorithm,
Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, vol.109, 2012, 68-78.
 - 5. Urbanek J., Antoni J., Barszcz T.,
Detection of signal component modulations using modulation intensity distribution,
Mechanical Systems and Signal Processing, vol.28, 2012, 399-413.
 - 6. Barszcz T., Jabłoński A.,
A novel method for the optimal band selection for vibration signal demodulation and comparison with the Kurtogram,

- Mechanical Systems and Signal Processing**, vol.25, 2011, 241-261.
7. Jabłoński A., Barszcz T., Bielecka M.,
Automatic validation of vibration signals in wind farm distributed monitoring systems,
Measurement, vol.44, 2011, 1954-1967.
 8. Barszcz T., Bielecki A., Romaniuk T.,
Application of probabilistic neural networks for detection of mechanical faults in electric motors,
Przegląd Elektrotechniczny, vol.8/2009, 2009, 37-41.
 9. Bielecki A., Barszcz T., Wójcik M., Bielecka M.,
Hybrid system of ART and RBF neural networks for classification of vibration signals and operational states of wind turbines,
Lecture Notes in Artificial Intelligence, vol.8467, 2014, 3-11.
 10. Barszcz T., Bielecki A., Wójcik M., Bielecka M.,
ART-2 artificial neural networks applications for classification of vibration signals and operational states of wind turbines for intelligent monitoring,
in: **Advances in Condition Monitoring of Machinery in Non-Stationary Operations**, series: **Lecture Notes in Mechanical Engineering**, 2014, 679-688.
 11. Bielecka M., Barszcz T., Bielecki A., Wójcik M.,
Fractal modelling of various wind characteristics for application in a cybernetic model of a wind turbine,
Lecture Notes in Artificial Intelligence, vol.7268, 2012, 531-538.
 12. Barszcz T., Bielecka M., Bielecki A., Wójcik M.,
Wind turbines states classification by a fuzzy-ART neural network with a stereographic projection as a signal normalization,
Lecture Notes in Computer Science, vol.6594, 2011, 225-234.
 13. Barszcz T., Bielecki A., Wójcik M.,
ART-type artificial neural networks applications for classification of operational states in wind turbines,
Lecture Notes in Artificial Intelligence, vol.6114, 2010, 11-18.
 14. Bąk M., Bielecki A.,
Neural systems for short-term forecasting of electric power load,
Lecture Notes in Computer Science, vol.4432, 2007, 133-142.
 15. Barszcz T., Bielecki A., Wójcik M.,
Vibration signals processing by cellular automata for wind turbines intelligent monitoring,
Diagnostyka, vol.14 no.2, 2013, 31-36.

Potencjalni rozmówcy

Z typów firm wyszczególnionych w punkcie 2, zainteresowane mogą być wszystkie, chociaż najszybsze wyniki sprzedaży można osiągnąć w przypadku producentów i właścicieli. Dla pierwszych proponowany system może oferować przewagę konkurencyjną na rynku (często również pełni funkcję „czarnej skrzynki” szczególnie istotną w okresie gwarancyjnym. Dla drugich – oferuje niezależną ocenę stanu posiadanego parku maszynowego i możliwość weryfikacji celowości prac podejmowanych w zakresie utrzymania ruchu. W szczególności zainteresowanie projektem wyraziły firmy Anew Institute sp. z o.o., EC Systems sp. z o.o.

Kierunki potencjalnego zastosowania projektu

Projektowanie oraz implementacja systemów automatycznej oceny stanu (*Condition Monitoring*) maszyn wirnikowych. Integracja opracowanych algorytmów z systemami nadzoru, sterowania i automatyki.

Opis silnych i słabych stron projektu

Silne strony

- a) Dobrze zdefiniowany i rozpoznany problem badawczy.
- b) Kierownik i wykonawcy projektu reprezentują wszystkie kompetencje (automatyka i robotyka, diagnostyka techniczna, przetwarzanie sygnałów, sztuczna inteligencja: *Machine Learning*, sieci neuronowe, wnioskowanie rozmyte; wszystkie powyższe zarówno w aspekcie teoretycznym jak i aplikacyjnym) niezbędne do skutecznego wykonania projektu.
- c) Kierownik i wszyscy wykonawcy projektu są doświadczonymi naukowcami legitymującymi się zarówno licznymi publikacjami w prestiżowych czasopiśmie międzynarodowych jak i udziałem w grantach, zarówno krajowych jak i europejskich.
- d) Istnienie silnego zapotrzebowania na systemy autonomicznej oceny stanu
- e) Skuteczne opracowanie wstępnej fazy projektu – por. wyspecyfikowane w punkcie 3 publikacje autorów projektu.

Słabe strony

Nie zidentyfikowano.

vii. Wskazania czynników ryzyka

Pojawienie się konkurencji ze strony innych ośrodków.