

Zaawansowane techniki przetwarzania sygnałów dla modeli cyklostacjonarnych w obecności szumów gaussowskich i niegaussowskich - wykrywanie źródeł cyklicznych, estymacja, optymalizacja algorytmów i walidacja w kontekście identyfikacji uszkodzeń

W dzisiejszych czasach możliwa jest rejestracja danych opisujących różne procesy, zjawiska lub mechanizmy zachowania. Wiele z nich ma charakter cykliczny (obrotów ziemi, ruch fal morskich, oddech, bicie serca, itd.). Zjawiska te po zarejestrowaniu do postaci szeregu czasowego (sygnału) można opisać modelami matematycznymi zwanymi cyklostacjonarnymi, które w omawianych przypadkach wydają się najbardziej naturalne. Mimo intensywnych badań w zakresie analizy takich modeli prowadzonych przez kilka wiodących ośrodków naukowych dla różnych obszarów (telekomunikacja, bio-sygnały, inżynieria mechaniczna, ekonometria itd.) dalsze badania w zakresie rozwoju metod cyklostacjonarnych są niezbędne zwłaszcza dla specjalnej klasy sygnałów cyklostacjonarnych z zaburzeniami o charakterze impulsowym (nie-Gaussowskim), które mogą mieć wiele przyczyn w zależności od obszaru zastosowań.

W ramach projektu wiedza na temat źródeł procesów cyklostacjonarnych oraz zakłóceń występujących w analizowanych sygnałach zostanie uzupełniona i usystematyzowana. Zostaną zaproponowane modele fizyczne (wraz z uzasadnieniem) oraz matematyczne sygnałów cyklostacjonarnych i ich zakłóceń. Zostaną opracowane metody i programy komputerowe (algorytmy) do opisu danych o zachowaniach cyklostacjonarnych oraz do ich wstępnego przetwarzania. Przetwarzanie wstępne badanych sygnałów obejmuje dekompozycję sygnałów złożonych z wielu źródeł cyklostacjonarnych i różnego typu zakłóceń, segmentację homogenicznych fragmentów sygnału oraz klasyfikację segmentów. W zależności od charakteru i poziomu zakłóceń, zostaną zaproponowane różne metody do analizy omawianych modeli. W ogólności, będą to różne reprezentacje sygnałów cyklostacjonarnych. Do budowania takich reprezentacji wykorzystane zostaną klasyczne miary zależności przedstawione w wersjach odpornych oraz alternatywne miary zależności (w stosunku do klasycznych miar). Koncepcja klasycznej reprezentacji sygnału cyklostacjonarnego w postaci mapy częstotliwość-częstotliwość zostanie uogólniona na inne reprezentacje. Przeanalizowana zostanie wrażliwość metod na obecność zakłóceń o różnych poziomach i o różnym charakterze oraz zbadana zostanie złożoność obliczeniowa proponowanych metod.

Opracowane algorytmy mają charakter uniwersalny. W tym projekcie do ilustracji zarówno wyzwań jak i zaproponowanych rozwiązań wykorzystany zostanie obszar inżynierii mechanicznej związany z wykrywaniem uszkodzeń za pomocą sygnałów drganiowych i wibroakustycznych. Dostępność technologii sensorycznych, metod analizy danych i wreszcie wzrost wymagań dotyczących niezawodności systemów maszynowych spowodowały dynamiczny rozwój metod diagnostyki maszyn. Dla maszyn wirnikowych kluczowe elementy to przekładnie zębate i łożyska toczne. Ze względu na naturalnie występujące cykliczne zachowania w maszynach wirnikowych najbardziej intuicyjnymi metodami analizy danych są metody cyklostacjonarne. W ramach projektu efektywność metod zostanie oceniona za pomocą opracowanych kryteriów w kontekście wykrywania i analizy sygnałów cyklostacjonarnych na potrzeby detekcji uszkodzeń lokalnych w przekładniach zębatych i łożyskach tocznych.

Nowe reprezentacje zostaną ocenione za pomocą opracowanych kryteriów dla sygnałów symulacyjnych, zebranych na stanowiskach laboratoryjnych oraz dla wielu sygnałów zarejestrowanych w warunkach przemysłowych.

Opracowane metody mogą posłużyć nie tylko do detekcji źródeł cyklostacjonarnych, ale mogą być także elementem pośrednim dla kolejnych etapów przetwarzania danych. Jednym z kluczowych etapów w diagnostyce jest wstępna filtracja sygnału w celu poprawy stosunku sygnału do szumu (ang. SNR). Opracowane metody umożliwią identyfikację pasma częstotliwościowego zawierającego użyteczną diagnostycznie informację. Nowe metody zostaną także zweryfikowane w tym kontekście.