

研究種目：基盤研究（B）  
研究期間：2007～2010  
課題番号：19360074  
研究課題名（和文）回転機械設備のための次世代知能型精密診断装置システムに関する研究  
研究課題名（英文） Study on the intelligent system for precise condition diagnosis of rotating machinery  
研究代表者  
陳山 鵬（JINYAMA HO）  
三重大学・大学院生物資源学研究科・教授  
研究者番号：50231428

研究代表者の専門分野：機械工学、設備保全・診断工学  
科研費の分科・細目：機械工学・設計工学・機械機能要素・トライボロジー  
キーワード：回転機械、安全工学、故障診断、人工知能、信号処理

#### 1. 研究計画の概要

(1)従来の設備精密診断装置システムの問題点を解決するために、「ノイズ除去法」、「診断・評価指標の決定法」、「状態判定基準の設定法」、「異常種類の精密判別法」及び「余寿命予測法」を確立する。

(2)以上で得られた基本的な精密診断理論と重要な要素技術に関する研究成果に基づき、回転機械設備のための「次世代知能型精密診断装置システム」の構築法を確立すると共に、「次世代知能型精密診断装置システム」のプロトタイプを試作を行う。

#### 2. 研究の進捗状況

##### (1)異常信号の早期検出技術について

知能型精密診断装置システムに適した実用的な「ノイズ除去法」を確立するために、現場の設備診断問題の特性を考慮して、知的信号処理法として、適応型ノイズ除去法、統計情報フィルターによるノイズ除去法を提案した。

##### (2)診断・評価指標の決定法について

知能型精密診断装置システムに適した有・無次元特徴パラメータを抽出するために、時間・周波数領域の特徴パラメータ（評価指標）について評価・検討し、設備状態を鋭敏に反映する特徴パラメータの選出法を確立した。

##### (3)状態判定基準の設定法について

現場の診断データが様々な要因による曖昧性を対処するために、現場で実測した客観データの確率分布をワイブル分布で統合し、可能性理論と統計理論との結合により各状態の判定基準を決定する方法を提案した。

##### (4)異常種類の精密判別法について

知能型精密診断装置システムに適した異常種類の精密判定法を確立するために、時間・周波数領域の総合解析により対象の異常種類の精密診断法を提案し、知的診断アルゴリズム（遺伝的プログラミングやファジィ・ニューラルネットワークなど）により知能型精密診断装置システムに適した異常種類の精密判定法を提案した。

##### (5)余寿命予測法について

設備余寿命を高精度に予測する方法を確立するために、遺伝的アルゴリズムやニューラルネットワークなどを用いた余寿命の逐次の予測法を提案し、今後理論と現場検証の両方について進め、提案した方法の実用化を目指している。

##### (6)次世代知能型精密診断装置システムについて

回転機械設備のための「次世代知能型精密診断装置システム」の構築法について関連の企業とも共同で検討し、「次世代知能型精密診断装置システム」のためのアルゴリズムとプログラムを構築し、プロトタイプを試作に着手している。

#### 3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。

（理由）

「2. 研究の進捗状況」にも示したように当初計画の全般についての成果が得られており、研究成果の一部は学会や研究会にて発表した。

#### 4. 今後の研究の推進方策

(1)異常信号の早期検出技術について

提案した適応型ノイズ除去法、統計情報フィルターによるノイズ除去法についてはさらに現場検証を行い、実用化のためのプログラミングを作成する。

(2)診断・評価指標の決定法について

抽出した時間・周波数領域の特徴パラメータ（評価指標）を様々な設備状態診断に適用し、設備仕様および異常種類に応じた有効な特徴パラメータをさらに評価・確認する。

(3)状態判定基準の設定法について

提案した現場点検データのワイブル分布統合法による状態判定法の汎用性について検・改善を行う。

(4)異常種類の精密判別法について

知的診断アルゴリズムを現場設備の異常診断に適用するときに学習データが獲得しにくい問題を解決するために、少量データあるいは欠損ありのデータを用いた知的状態診断法を確立する。

(5)余寿命予測法について

提案した遺伝的アルゴリズムやニューラルネットワークなどを用いた余寿命の逐次的な予測法については、今後理論と現場検証の両方について進め、提案した方法の実用化を目指す。

(6)次世代知能型精密診断装置システムについて

「次世代知能型精密診断装置システム」のプロトタイプを試作を完成させる。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計21件)

①H. Wang, P. Chen (陳山鵬) : A Feature Extraction Method Based on Information Theory for Fault Diagnosis of Reciprocating Machinery, Sensors, Vol. 9, No. 4, pp. 2415-2436, 2009 (査読有)

②川合忠雄: ウェーブレット解析を用いた多軸ボール盤の加工状態監視、日本設備管理学会誌、Vol. 21, No. 3, pp. 54-58, 2009 (査読有)

③李可, 陳山鵬, 王華慶, 薛紅濤: 特徴パラメータとファジィ・ニューラルネットワークによる設備自動診断法—異種類の軸継手におけるミスアライメント状態診断への応用—、日本設備管理学会誌、Vol. 21, No. 3, pp. 28-35, 2009 (査読有)

④李媛, 陳山鵬, 薛紅濤: 無次元特徴パラメータの統計的検定による回転機械設備の状態診断法、日本設備管理学会誌、Vol. 21, No. 3, pp. 36-432, 2009 (査読有)

⑤H. Wang and P. Chen (陳山鵬) : Sequential Condition Diagnosis for Centrifugal Pump System Using Fuzzy Neural Network, Neural

Information Processing, Vol. 11, No. 3, pp. 41-50, 2007. (査読有)

〔学会発表〕(計18件)

①陳山鵬: 機械設備の簡易・精密診断に関する最近の研究成果、第2回「検査・評価・保全に関する連携講演会」、NPO 法人日本保全学会、日本設備管理学会、2010.1.19 (東京大学)

②陳山鵬, 李媛: 機械設備の状態監視・診断・寿命予測技術に関する研究(3)—無次元特徴パラメータの統計的検定による回転機械設備の状態診断法—、日本設備管理学会平成21年度秋季研究発表大会、2009.10.28 (秋田県産業技術総合研究センター)

③H. Yachiku, R. Inoue, T. Kawai: Diagnostic Support Technology by Fusion of Model and Semantic Network, 4th World Congress on Engineering Asset Management & Intelligent Maintenance Systems, September, 2009.7.10 (Greece)

④T. Kawai, S. Arai: Damage Prediction Technique Based on Physical Modeling with Modelica Language, COMADEM2009, June, 2009 (Spain)

⑤K. Narukawa, T. Kawai: Development of Cutting Force Measurement Technique for Milling Process with Small Diameter End Mill, LEM21, December, 3, 2009 (Japan)