

周期的な動作を伴う機械の異常診断システムに関する一検討

木下 尋斗† 上野 育子† 伊藤 憲三†

† 岩手県立大学大学院 ソフトウェア情報学研究科

1. はじめに

流れ作業での生産方式を導入している工場などでは、機械の故障などによる生産停止や、製品の歩留まりをあげるため、機械自体の故障を未然に防止することが強く求められている。しかし、大型機械などでは内部の亀裂や破損等、点検が困難な部分の異常から大きな故障につながる場合が多い。そのため従来から、機械から発せられる音情報から機械の異常を発見しようとする、いわゆる音響診断法があり、これを利用した様々な診断システムが提案されている¹⁻³⁾。しかし、既存のシステムの多くは、適用できる機械が限定されるなど、特に汎用性に乏しいことが指摘されている。

本稿では、汎用性の優れたシステムを開発することを目的として、周期的な動作を伴う機械の異常診断システムに関する検討を行った。

2. システムの概要

ここでは、数種類の動作工程を経て製品を生産する機械を想定して検討を加える、すなわち、周期的な動作を伴う機械の異常診断システムのうち、一つの製品が出来上がるまでの区間を正確に識別(抽出)することを目標にした。動作モデルを Fig.1 に示す。製品の製作開始から終了までを 1 セットとすると、セットの間には動作区間: S と休止区間: P が含まれる。それぞれの時間長は長短様々だが、各工程は必ず決まった順序で動作するものと仮定する。診断システムでは、セット毎の異常判定及び動作毎 (S_i) の異常判定を別々に行うことで、異常診断精度の高精度化を図ることとした。

構成したシステム環境の概要を Fig.2 に示す。システムは信号取得部、信号伝達部、信号処理部で構成される。いずれの部分に於いても、診断対象となる音信号の特性を劣化させないこと

が重要であり、対象とする機械や環境に適した方法でシステムを構成することが求められる。音信号取得時に効率よく環境雑音を取り除くため、機械からの信号取得には加速度型振動センサを利用することとした。信号伝達部では、汎用性や可搬性などを考慮して無線化を図った。信号処理は、通常の PC の能力で十分なように可能な限り簡便な手法で行うこととした。

3. 動作区間の切り出し実験

3-1. 実験方法

音信号を診断する方法のひとつに、周波数分析を行う方法が挙げられる。取得した信号を、ある程度の時間長か工程長毎に切り分けて処理することで、より診断精度が高まる。その際、診断精度をさらに向上させるため、休止区間と動作区間を正確に切り出して処理する必要がある。ここでは、信号のパワー情報を用いた工程切り出しを行った。

信号パワーの閾値決定には、予備信号区間の最大値と最小値のパワー情報を用いて次のような実験を行った。まず、実験に用いる機械から取得した信号区間を 120 セット (6 機種×20 セット) 準備した。これらに対し、平均パワーが閾値以上なら動作区間 (R_s)、以下なら休止区間 (R_p) と判定した。そのあと、判定された R_s と正解の信号区間 (A_s) の区間同士の時間情報を比較し、全体としての誤り率を算出した。なお、音の取得条件は、サンプリング周波数 16,000Hz、量子化は線形 16bit とした。

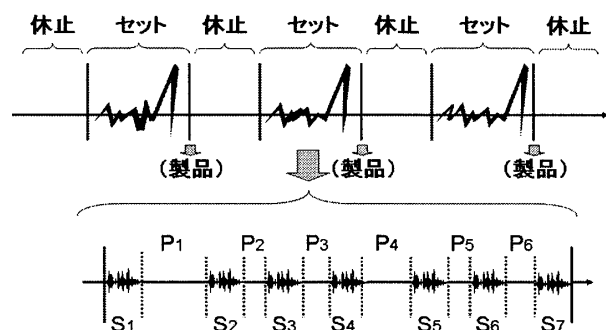


Fig.1 機械の動作モデルの一例

A Study on an Automatic Diagnostic System for the Machine with Periodical Works

†Hiroto Kinoshita, Ikuko Uwano, Kenzo Itoh

†Iwate Prefectural University, Graduate School of Software and Information Science

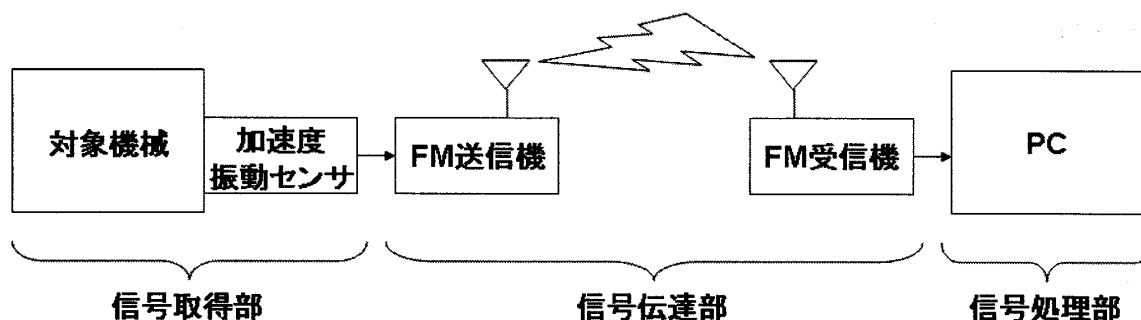


Fig.2 システム構成概要

3-2. 実験結果

実験結果の一例を Fig.3 に示した。横軸は閾値の値を示し左端が最小値，右端が最大値を示す。縦軸は 1 動作区間の判定の誤り数を表す。従って，この値が小さいほど正確に動作区間が切り出されたことを示す。同図から，動作区間切り出しのための最適なパワーの閾値は，最大値と最小値の間あたりであり，この条件ではほぼ 100% で動作区間の切り出しが可能であることが分かった。

4. 異常診断のためのスペクトル特性

工程切り出し後の異常と正常の判定は，以下のようなスペクトル特性に着目した方法で行うことを検討している。すなわち，切り出した信号に対して長時間平均スペクトルを算出し，同工程毎に比較して誤差を求める方法である⁴⁾。Fig.4 に，20 工程のスペクトル特性を重ね書きした図を示した。これは，いずれも正常時のスペクトル特性の比較であり，相互の歪は非常に少ないものとなっている。一方，このスペクトル特性を人工的に機械に変化を与えた条件で観測すると，特に低域周波数帯域で顕著な差が見られた。従って，異常時のスペクトルと正常時のスペクトルを帯域毎に比較するなどの方法で，誤差を観測できるものと推察される。

5. まとめ

機械の音響特性を利用した異常診断システムに関する検討を行った。ここではまず，パワー情報を用いて工程動作の正確な区間切り出しについて検討を行った。その結果，適切な切り出しのための閾値を設定することで，動作工程の全般的な管理が可能であることを示した。この結果は，自動診断システムを構成する上で重要な基礎手法となる。今後は，周波数特徴分析による工程毎の管理や診断システム全体の構成法に関する検討を進める。

<参考文献>

- 1) 太田博光：音響を利用した回転機械診断法について，山口県内大学・高等専門学校等技術シーズ集，pp.69-72，(2004)。
- 2) 中川紀壽：音響診断のメカニズムと特徴，今後の展望，潤滑経済，No.494，(2007)。
- 3) 堀田洋：音響診断技術とその活用事例，azbil，Technical Review，Vol.22，pp.36-45，(2004)。
- 4) 猿舘朝，伊藤憲三：聴覚障害者支援を目的とした生活音識別システム，音響学聴覚研究，Vol.36，No.7，pp.621-626，(2006)。

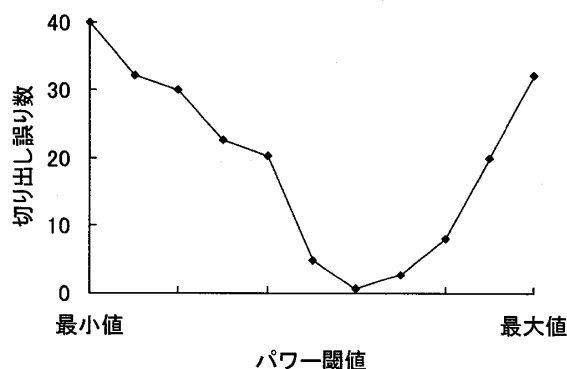


Fig.3 最適な閾値設定に関する実験結果

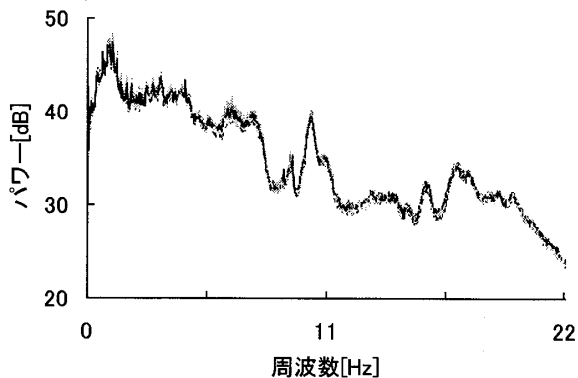


Fig.4 工程毎の長時間平均スペクトル特性の一例