

整理番号 2022M-175

補助事業名 2022年度 公設工業試験研究所等が主体的に取り組む共同研究 補助事業

補助事業者名 徳島県

1 補助事業の概要

(1) 事業の目的

機械金属関連産業の切削加工業において、切削加工中に発生する代表的な異常である自励びり振動を自動で検知し、その時の加工品の画像を作業責任者等に送付する仕組み作りを行うこととする。具体的には、「簡単に入手可能」かつ「信号処理が容易」な音信号に着目し、音信号の変化によりびり振動を検知したうえで、その時の加工品画像を撮影し、画像ファイルを自動送付するシステムの開発を目的とする。

(2) 実施内容

加工装置等が発する音信号を高速フーリエ変換して解析することにより、異常（びり振動を含む）を検知するとともに、その時の加工品画像をメール送付するAndroid OS用アプリケーションを開発した。簡単に入手可能な正常音をベースとし、正常音以外を検出した場合に異常と判断することでも十分な効果を得られることを確認した。

次に、低価格を実現するためには、「使用デバイス数の低減」かつ「短時間で容易に作成可能なプログラムによるシステム開発」が必要である。このため、これらの要素を全て満たしているスマートフォン（以下、スマホ）を使用した。物理的な構成は、

- ・集音・音解析・カメラ制御・画像撮影装置：スマホ
- ・データ処理用パソコン：コンピュータ

とし、スマホを複数用途で使用することでデバイス数の低減を実現している。



(a) システム動作状態



(b) メール送信完了状態

図1 異音検知システムの動作状況

2 予想される事業実施効果

本アプリケーションの基本機能は音に反応してカメラ撮影・メール通知するものであり、様々な分野への適用が期待できる。今後、切削加工業のみならず、他の業種への応用展開が期待される。

3 補助事業に係る成果物

(1) 補助事業により作成したもの 研究結果報告書

(https://www.itc.pref.tokushima.jp/02_research/report/R4/2022_JKA.pdf)

2022年度JKA補助事業 研究結果報告書

1. 研究題目 スマホを活用した労働者健康検知システムの開発

2. 担当者
徳島県立工業技術センター
電子・情報技術担当 秋本 寛大
情報創造カレッジ
製造技術部 森川 雅弘
徳島大学大学院
社会産業理工学研究 理工学域 機械科学系 演習 啓

3. 研究内容

1) 背景・目的

近年、2025年の憲法発布に際して行われているもの、「システム投資の費用対効果が不透明」かつ「システムに精通した人材育成に課題が顕著」であることからDXに踏み切れないという状況が顕著。本調査を実施する目的は、少子高齢化により働き手が減少しつつも生産性を維持・向上するため、DXが必要不可欠である。このため、「多くの企業に適用可能」かつ「DXを推進するための最適なシステム」が求められている。
本研究では、機械製造業から切削加工業を取りあげ、切削加工に特化する代表的な業種であり、びり振動を自動で検知し、その時の加工品画像を作業担当者等に送信する仕組みを構築することとした。具体的には、「簡単に入手可能」かつ「検知処理が容易」なスマートフォン、レベル変化よりびり振動を検知したうえで、その時の加工品画像を撮影し、画像ファイルを自動送信するシステムの開発を目指す。

2) システム設計・開発・動作検証

業者・音信号のフーリエ変換後のデータ表示およびcsv出力・音声解析・カメラ機能・メール通知を簡単に構築するAndroid OS用アプリケーションを開発した。(図1) 画面の上にはカメラ映像であり、中央に音信号をフーリエ変換した結果をグラフ表示し、メール送信が完了した場合は下部にメッセージ(「送信が完了しました」)を表示する仕様としている。本研究では、スマートフォン(以下、スマホ)はAGUS製 ZenFone8 を選定し、健康検知システムとして活用した。



図1 健康検知システムの動作状況

3) びり振動の検知手法検討

正常な切削加工とびり振動との比較により、びり振動の検知可否を検証した。後述図2として4パターン(表1)を想定し、他の工作機械部品の加工検知が検知可能している状態として検証を行った。

表1 検証モデルパターン

ケース	ノイズ源	
	他の工作機械音	振動音
ケース1	無	無
ケース2	有	無
ケース3	無	有
ケース4	有	有

①ケース1：ノイズ音が無い状態

「タップ検知状態」及び「バイト突出検知状態」で切削加工業種を行い、継続的にびり振動を検知させた。0-900Hzの音信号において、正常加工時よりもレベルが高くなることを確認した。(図2)この結果、事前に正常性を把握しておくことにより、スマホでびり振動検知が可能であることを明らかにした。

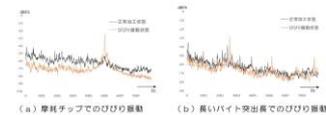


図2 正常加工とびり振動との音信号レベル比較

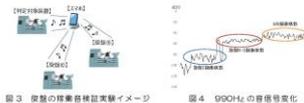


図3 振動の検知試験イメージ



図4 初期状態

図5 切削検知状態

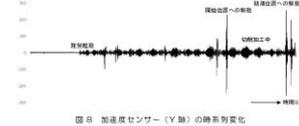


図6 加速度センサー(Y軸)の時系列変化

②ケース2：他の工作機械が稼働中であり、音信号が無い状態
音信号の検知が認められている状態では、異常判定機能を実装するためには対象装置の稼働状態を把握する必要がある。そこで、音信号から稼働状態の検知可否を検証した。
当センターの汎用試験が稼働時に発する990Hzの音信号のモニタリングを行った結果、装置の稼働音と音信号レベルには相関関係があることを確認した。(図3、図4)この結果、稼働音から異常稼働状態を推察し、0-900Hzの音信号からびり振動を検知することにより、この装置でびり振動検知が可能であることを明らかにした。

③ケース3：環境騒音が発生し、他の工作機械が無い状態

人声や風・音波、工場内騒音等の環境騒音の発生数は10kHz未満になることが多いため、ケース1、2で示した手法では検知精度が低くなる。そこで、環境騒音の影響が少ない10kHz～20kHzの音信号(以下、高音域)を使用し、びり振動の検知可否を検証した。
「タップ検知状態」及び「バイト突出検知状態」で切削加工を行い、びり振動を検知させた。高音域においても、正常加工時よりもレベルが高くなることを確認した。(図5)この結果より、高音域でびり振動検知がスマホで可能であることを明らかにした。*)

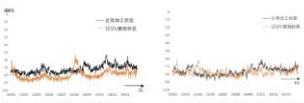


図5 正常加工とびり振動との音信号レベル比較

た、ケース4においても対応すべく、本システムに加速度センサーや角速度センサーを取り入れ、さらなる利便性を向上を図りたい。

5. 参考文献

- 1) 秋本寛大、森川雅弘、演習 啓、小川口「工作機械部環境下での高音域による異常検知手法の提案」2023年電子情報通信学会総合大会、A-5-5、2023年3月、芝浦工業大学。

4. まとめ

業者・音信号のフーリエ変換後のデータ表示およびcsv出力・音声解析・カメラ機能・メール通知を簡単に構築するAndroid OS用アプリケーションを開発し、検知時の異常検知可否を検証した。その結果、ケース4以外の使用環境下において、異常状態検知が可能であり、健康検知システムとして活用できることを明らかにした。
今後、様々な企業に本システムを構築し、DXや業務効率化を促進していきたい。*

(2)(1) 以外で当事業において作成したもの

LED応用製品常設展示場におけるポスターの展示

(https://www.itc.pref.tokushima.jp/06_result/result_R04/2022JKA.pdf)

徳島県立工業技術センター
令和4年度 JKA共同研究

株式会社ナカテツ 森川 雅弘
徳島大学 溝渕 啓
工業技術センター 電子・情報技術担当 牧本 宜大

スマホを活用した安価な異音検知システムの新規開発

Tokushima Prefectural Industrial Technology Center

1. 研究目的

本研究では、切削加工の代表的な異常であるびびり振動を自動で検知し、その時の加工品画像を作業責任者等に送付する仕組み作りを行うこととした。具体的には、「簡単に入手可能」かつ「信号処理が容易」な音信号に着目し、音信号のレベル変化よりびびり振動を検知したうえで、その時の加工品をカメラで撮影し、画像ファイルを自動送付するシステムの開発を目的とする。

2. 研究内容

集音・音信号のフーリエ変換後のデータ表示及びcsv出力・信号解析・カメラ機能・メール通知を同時に対応するAndroid OS用アプリケーションを開発した(図1)。画面の上段はカメラ映像であり、中段に音信号をフーリエ変換した結果をグラフ表示し、メール送信が完了した場合は下段にメッセージ(「送信が完了しました」)を表示する仕様としている。今回、Android OS用スマートフォンを使用し、びびり振動の検知可否を検証した。



(a) システム動作状態 (b) メール送信完了状態

図1. 異音検知システムの動作状況

3. 研究成果

正常な切削加工音との比較により、スマートフォンでもびびり振動検知が可能であることを明らかにした。また、10kHz~20kHzの音信号を活用することで、環境騒音下での切削加工の異常も検知できることを明らかにした。今後、検知精度の向上を鋭意予定である。

本アプリケーションの基本機能は音に反応してカメラ撮影・メール通知するものであり、将来、様々な分野への適用が期待できる。

お問い合わせ 工業技術センター 電子・情報技術担当 牧本 宜大 TEL:088-635-7904

徳島県立工業技術センター技術支援ニュース No. 333

(https://www.itc.pref.tokushima.jp/08_news/news_333_230510.shtm)

徳島県立工業技術センター
Tokushima Prefectural Industrial Technology Center
電話: 088-635-4711 (直通) ファクシ: 088-635-4752

技術相談 ニュースバックナンバー 異にもどる

徳島県立工業技術センター 技術支援ニュース No.333 2023.5.10
<https://www.itc.pref.tokushima.jp/>

2022年度JKA補助事業 共同研究結果について

徳島県立工業技術センターでは、公益社団法人JKA(経産)の補助を受け、下記の共同研究を実施いたしましたのでご案内いたします。

【研究テーマ】
スマホを活用した安価な異音検知システムの新規開発

【概要】
切削加工の代表的な異常であるびびり振動を自動で検知し、その時の加工品画像を作業責任者等に送付する仕組み作りを行いました。

正常な切削加工音との比較により、スマートフォンでもびびり振動検知が可能であることを明らかにしました。さらに、10kHz~20kHzの音信号を活用することで、環境騒音下での切削加工の異常も検知できることを明らかにしました。

【研究結果報告書のダウンロード先】
https://www.itc.pref.tokushima.jp/02_research/report/R4/2022_JKA.pdf

また、2023年3月30日付技術支援ニュースNo.330でご報告させていただいたように2022年度JKA補助事業により、マシンセンタを導入しております。

※詳細については以下のページをご覧ください。
https://www.itc.pref.tokushima.jp/01_service/machines/04/04.shtm

機器データベース
<https://www.itc.pref.tokushima.jp/ki/ki/ki/search/view.php?kikid=535>

D X 関連技術導入支援について

～産官学連携合同研究から産学連携が進展されました～

当センターでは、DX関連技術の導入支援に取り組んでいます。
令和3年度技術サービス輸出促進事業では、徳島カム(株) 藤との共同研究

4 事業内容についての問い合わせ先

団 体 名： 徳島県立工業技術センター

(トクシマケンリツコウギョウギジュツセンター)

住 所： 〒770-8021

徳島県徳島市雑賀町西開11-2

代 表 者： 所長 栗田 栄治 (アワタ エイジ)

担当部署： 企画総務担当 (キカクソウムタントウ)

担当者名： 主任研究員 鎌倉 駿 (カマクラ シュン)

電話番号： 088-635-7901

F A X： 088-669-4755

E-mail： tokushimakougi@itc.pref.tokushima.jp

U R L： <https://www.itc.pref.tokushima.jp/>