

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 5 日現在

機関番号：17102
研究種目：若手研究(B)
研究期間：2012～2013
課題番号：24780243
研究課題名(和文) 農業機械の稼働状況の把握と異常・危険診断システムの構築

研究課題名(英文) agricultural machinery

研究代表者

光岡 宗司 (Mitsuoka, Muneshi)

九州大学・(連合)農学研究科(研究院)・助教

研究者番号：60437770

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円、(間接経費) 870,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、農作業における機械作業の効率化と農業機械作業の安全性の向上を目指して、農業機械の稼働状況の把握が可能な小型で安価なセンサ群を用いた稼働状況計測システムの構築を行うとともに、本計測システムより得られたデータ群より機械学習、統計処理や時系列解析等の手法を用いて、作業状態の特徴抽出や変化点分析を行い、機械作業の状態把握および危険予知、異常・故障の有無を評価し得る総合的なシステムの構築を行った。

研究成果の概要(英文)：In this study, a fault diagnosis and anomaly detecting system for agricultural machinery was developed. The system consists of a MEMS 3 axis accelerometer and a 3 axis gyrometer. I recorded time series data of vibration of agricultural machinery under normal operation and abnormal state to extract the difference between normal and abnormal state based on time series analysis, machine learning and statistical technique.

研究分野：農業工学

科研費の分科・細目：農業環境工学

キーワード：異常検知 農業機械の安全性 時系列データ 変化点解析

1. 研究開始当初の背景

近年、先進国の農業分野においては、営農や農作業の高効率化を目指して、IT技術を活用した営農支援、農業管理システムが産官学で広く研究され、一部の大規模経営農家や農業法人においてそのシステムの導入が行われている。これらのシステムにおいては、GPSによる位置情報とともに各種センサを用いて、気温、湿度、日射量および土壌水分等の圃場の環境情報と農作業履歴を収集し、その情報を基に営農支援、農作業の効率化を図っている。

その一方で、我が国における農作業事故のうち、農業機械に係る死亡事故は年間およそ300件弱発生している。他の産業機械分野における死亡事故が数十年前と比較して激減しているのに対して、農作業死亡事故に関しては微減に留まっている。農業機械に係る死亡事故の原因としては大部分が転落・転倒事故であり、このような事故の原因はオペレータの不注意とされることが多く、対策としては安全面での啓発運動が行われているのが現状である。このような現状から、今後、農業機械の作業効率および安全性の向上が重要な課題となっている。

2. 研究の目的

上記の背景より、農業機械利用時の農作業情報や機械稼働状況の把握が重要であり、稼働時に機械の状態を常時把握しえる計測システムの構築および得られたデータから状態を判別する評価基準が必要不可欠となる。そこで、本研究では、小型低コストセンサー群を用いた農業機械の稼働状況の常時測定システムの構築を行う。さらに、本測定システムより得られたデータより、機械学習や変化点検出および時系列解析等の解析手法を用いて機械の稼働状況を判別する特徴的波形の抽出法や評価手法を確立し、農業機械の作業状態の把握および危険予知、異常検出・故障診断のシステムの構築を目指す。

3. 研究の方法

(1) 小型低コストセンサー群を用いた農業機械の稼働状況計測システムの開発

一般に、農業機械の主な稼働部位としては、エンジン、走行部、作業器に大別でき、機体にはこれらの部位に起因する振動が複合的に発生する。また、座席周辺には防振処理が施されており、機械の状態把握にとっては有用な振動が減衰される箇所が存在する。そこで、複数のMEMS加速度センサーおよび角速度センサーを用いて、各種農業機械の作業状況を評価出来る特徴的な周波数成分を測定可能なセンサーの配置およびサンプリング周波数等を明らかにする。

(2) 農業機械の稼働状況把握のための特徴量抽出および異常値検知解析手法の確立

計測システムより得られた機体の加速度、角

速度および両者から算定される傾斜角データより、機械学習や変化点検出および時系列解析等の解析手法を用いて機械の稼働状況を判別する特徴的波形の抽出法や評価手法を確立するとともに、農業機械作業状態の把握および危険予知、異常値検出・故障診断システムの構築を目指す。

4. 研究成果

(1) 車両等の移動体の運動状態を評価する代表的な物理量として加速度および角速度情報がある。そこで、本研究では、農業機械の稼働状況の常時計測システムの構築を目指して、半導体加工技術を応用した非常に小型で安価なことから近年注目されているMEMSセンサーを用いた機体振動の計測を行い、得られたデータより走行、稼働状態の違いによる振動特性を明らかにした。実験では、3軸のMEMS加速度センサーおよび角速度センサーを用いて、コンバインが圃場で実際に収穫作業を行っている場合、剛性路面上において直進走行している場合および剛性路面上を収穫作業は行わずに刈取部脱穀部を駆動させて直進走行している場合における機体振動を測定した。図1に剛性路面上で停止状態、高速走行状態、高速走行中に刈取部脱穀部を駆動させた場合の左右振動加速度のPSDを示す。停止状態から走行状態になると走行部に起因する周波数(9Hz)にピークが検出され、刈取部脱穀部を駆動させると刈取部脱穀部に起因する周波数(7Hz)にピーク検出が確認された。

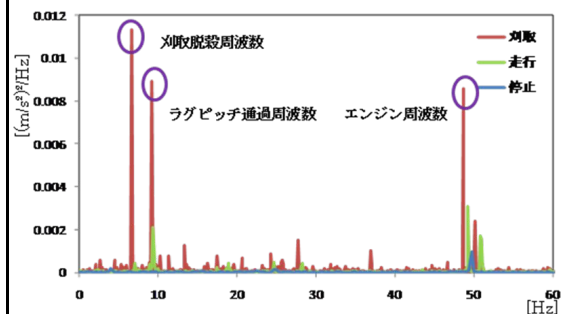


図1 左右加速度のP.S.D

図2に剛性路面上で刈取部脱穀部を駆動させて中速走行した状態と圃場を中速で収穫作業している状態との機体振動左右加速度のPSDを示す。圃場において収穫作業中の機体振動加速度のPSDについても剛性路面走行中と同様に刈取部脱穀部に起因する周波数(7Hz)

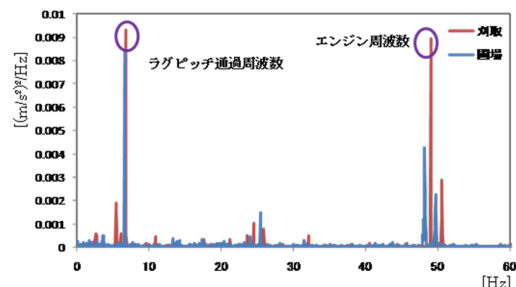


図2 路面刈取駆動および作業時の比較

とエンジン周波数(50Hz)のピーク周波数が確認できた。一方、圃場は比較的剛性が低く走行面の起伏も非定常であるため、走行部に起因する周波数の影響が小さいと考えられる。以上の結果より、小型で安価な MEMS 加速度、角速度センサを用いても機体の作業状態別の周波数特性が検出可能であることが明らかとなった。

(2) 上記の振動測定システムより計測される機体の振動時系列データより機械の作業状態および正常・異常の変化を検出するために、時系列データの変化点解析を行った。解析には、時系列データから作成したハンケル行列を元に、特異値分解から得られる特異ベクトルを用いて、時系列データの変化点の抽出を行った。図3に、アイドリングから走行後、脱穀部および刈取部を順次駆動していった場合の時系列データおよびその変化点解析の結果を示す。図より、アイドリングから走行時に高い変化度が検出され、また各部位の稼働時に変化度が高くなり、作業の状態変化に伴う変化点の検出が可能となった。

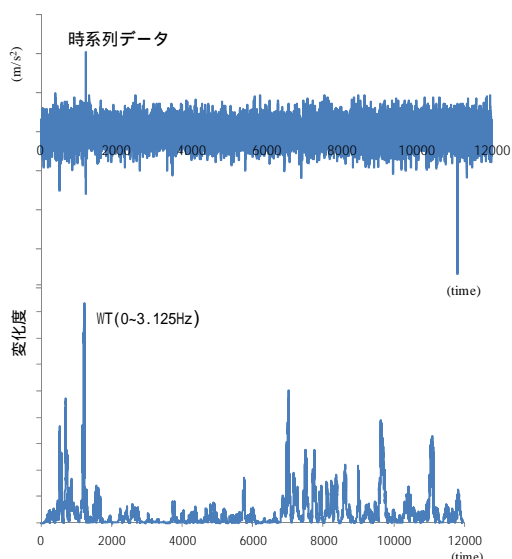


図3 時系列データの変化度

5. 主な発表論文等

(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 2件)

Mitsuoka Muneshi, Jung Seob CHOE, Eiji Inoue, Takashi OKAYASU, Hirai Yasumaru, Tae Wook K, Soon Goo KWON, Jong Min PARK, Measuring Inclination Angle of Semi-crawler Tractors Using MEMS Sensor, JOURNAL OF THE FACULTY OF AGRICULTURE KYUSHU UNIVERSITY, Vol.58, No.1, 79-85, 2013

査読無

岡安 崇史, Andri Prima Nugroho, 尾崎 彰則, 光岡 宗司, 南石 晃明, 井上 英二, 平井 康丸, 変化点分析法を用いた圃

場環境情報の特徴量抽出とその妥当性の検証, 農業情報学会, 22, 3, 2013 査読有

〔学会発表〕(計 7件)

Zhen Li, 光岡 宗司, 井上 英二, 岡安 崇史, 平井 康丸, Three-dimensional analysis of dynamics of agricultural wheel tractor travelling over bump on sideways slope, INTERNATIONAL WORKSHOP ON AGRICULTURAL ENGINEERING AND POST HARVEST TECHNOLOGY FOR ASIA SUSTAINABILITY, 2013.12

光岡 宗司, 森田 岳, 井上 英二, 岡安 崇史, 平井 康丸, 農業機械の振動加速度の変化点解析の高速化, 農業食料工学会第72回年次大会, 2013.09

木許 雄基, 光岡 宗司, 井上 英二, 岡安 崇史, 平井 康丸, MEMS センサを用いた農業機械の傾斜角の計測と転倒検出に関する研究, 農業食料工学会第72回年次大会, 2013.09

森田 岳, 永扇 和明, 井上 英二, 光岡 宗司, 岡安 崇史, 加速度及び角速度情報を用いた農業機械の稼働状況の把握に関する研究, 農業環境工学関連学会 2012 年合同大会, 2012.09

光岡 宗司, 木許雄基, 森田岳, 井上 英二, 岡安 崇史, MEMS センサを用いた農業機械の傾斜角の計測, 第66回農業機械学会九州支部例会, 2012.08

Mitsuoka Muneshi, Kazuaki NAGAOSA, Eiji Inoue, Takashi OKAYASU, CHANG-POINT DETECTION IN TIME-SERIES DATA OF VIBRATION OF AGRICULTURAL MACHINERY BASED ON SST, CIGR-Ageng2012 International Conference of Agricultural Engineering, 2012.07

Mitsuoka Muneshi, Yuki Kimoto, Eiji Inoue, Takashi OKAYASU, Jung-Seob Choe, MEASUREMENT ANGLE FOR AGRICULTURAL MACHINERY BY USING MEMS SENSORS, the 6th International Symposium on Machinery and Mechatronics for Agriculture and Biosystems Engineering, 2012.06

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況(計 0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

光岡 宗司 (MITSUOKA Muneshi)
九州大学・大学院農学研究院・助教
研究者番号：60437770

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：