

大学名	群馬大学		
University	Gunma University		
外国人研究者	アマット アミル ビン バサリ		
Foreign Researcher	Amat Amir Bin Basari		
受入研究者	橋本 誠司	職名	教授
Research Advisor	Seiji Hashimoto	Position	Professor
受入学部/研究科	大学院理工学府		
Faculty/Department	Graduate School Of Science And Technology		

<外国人研究者プロフィール/Profile>

国籍	マレーシア
Nationality	Malaysia
所属機関	マレーシア技術大学マラッカ校
Affiliation	University Teknikal Malaysia Melaka
現在の職名	准教授
Position	Senior Lecturer
研究期間	2018年12月4日 ~ 2019年2月24日 (83日間)
Period of Stay	83 days (December 4th, 2018 - February 24th, 2019)
専攻分野	電気電子工学
Major Field	Electrical and Electronic Engineering



PCでシミュレーション/PC Simulation

<外国人研究者からの報告/Foreign Researcher Report>

①研究課題 / Theme of Research

The objectives of the research is to efficiently harvest vibration of commutator cutting equipment using self-powered piezoelectric power generator and diagnos the condition of commutator cutting equipment using Artificial Intelligent approach. The problem when using piezoelectric power generator is that sampling data in a particular time is small when compared to that of data from accelerometer. This is due the sampling time of piezoelectric for which is longer than the accelerometer. Thus the challenge is to apply and diagnos the cutting equipment condition using small sampling data from the piezoelectric power generator. Neural network was proposed as the tools for this task due to its ability to learn and produce good result as suggested by literatures.

②研究概要 / Outline of Research

I was developing a wide operating frequency bandwidth piezoelectric power generator based on impact-mode during my Doctorate Programme. It was proven that it can be used to supply sufficient electrical power for low power consumption devices. This time, the application of the self-powered piezoelectric power generator in fault diagnosis for the commutator cutting equipment is introduced. Accelerometer with sampling time of 10 μ s was first used to obtain x, y and z-axis vibration data. Two types of neural network (Convolutional (CNN) and Recurrent (RNN) neural network) were used to compare and diagnos good and bad cutting tool vibration. Then, vibration with sampling time of 50ms was analysed using both neural networks. Diagnosis accuracy of 90% and above is aimed.

③研究成果 / Results of Research

Results show that piezoelectric power generator can be applied as vibration harvesting device effectively. On the part of neural network simulation result, accuracy of the diagnosis of 10 μ s vibration data is very high for both neural network types. In contrast to this, at the first stage, for the 50ms vibration data, results obtained when using RNN is at the level of 50% and rarely can reach 70% to 80% accuracy. Our analysis shows that this result also depending on the length of the input vector. To increase the accuracy to at least above 90%, different method was used in determining the input vector. By using the same input vector, results of the image-based CNN also improved and with 70%-30% training and testing ratio, it can reach the accuracy of above 90%.

④今後の計画 / Further Research Plan

Next plan can be divided into 2. The first part is on the structure of the piezoelectric power generator itself. The issue when mechanical impact was introduced is the durability issue. Further experimental evaluation need to be carried out on the structure. The second issue is on the reliability of the accuracy of the neural network structure. This part also needs further investigation, especially on the application of RNN and CNN. Different types of transfer function maybe need to be considered. There is also plan to submit and getting publish the research outcomes in journal and conference proceeding but this depends on the further evaluation as stated in the above.

<受入研究者からの報告/Research Advisor Report>

① 研究課題 / Theme of Research

本研究では、圧電素子を用いた衝撃発電に基づく自己完結型電源システムの開発とその実応用を目指す。振動発電に関しては現在、発電構造やその応用を含め多くの研究開発が行われているが、限定的な発電量と汎用性の問題からその実用化においては技術のブレークスルーが必要である。本研究では、実応用としてIoTを利用した工場機器の故障診断を対象とする。ここでは、工場機器が発生する振動を利用し発電するが、限られたエネルギーでセンサノードを駆動するため、短いサンプリング時間で十分な時間のデータ数を取得することが困難である。したがって、本研究の課題は、工場機器が生ずる振動からの高効率なエネルギー回生手法の構築と、限られた情報、すなわち少ないサンプリングデータから高精度に工場機器の故障診断可能な手法、あるいは寿命推定する手法を確立することである。

② 研究概要 / Outline of Research

外国人研究者らのこれまでの研究では、衝撃発電を間接構造化することにより、広帯域かつ高出力な電力回生が可能となることを検証している。これにより発電用途の拡大が可能であり、LEDなどの低消費電力機器に加え、加速度センサなどのセンサノード駆動が可能となった。そこで、本研究では提案構造の実用化を目指し、工場機器の故障診断を応用対象と捉え、限定的なエネルギーでも可能な故障診断法の確立について、共同研究企業、外国人研究者らとともに取り組んだ。ここでは、工場機器振動の計測を通して、工場機器の振動に適応させるための発電構造の改良と、周波数解析が不可能な低サンプリングな情報からのニューラルネットワークに基づく故障診断法を新たに開発した。

③ 研究成果 / Results of Research

工場機器の振動に適した振動発電方式の見直しにより、従来法では最大十ミリワット程度であったものが最大百ミリワットレベルまで改善された。これを開発中の自己完結型電源システムの発電装置にした場合、1時間程度の発電エネルギーにより50msのサンプリング時間で5s程度（サンプル数100個程度）の3軸加速度センサの駆動が可能となった。しかしながら、50msのサンプリング時間では、工場機器の周波数帯域（～数百Hz）を解析するには不十分であり、ここでは深層学習を用いた故障診断法を導入した。深層学習ではリカレントニューラルネットワーク(RNN)と畳み込みニューラルネットワーク(CNN)の2種を応用し、故障前後のデータを学習させ正誤率を検証した。現状、RNNでは50msのサンプリング時間で最大90%以上の正解率をえることができた。

④ 今後の計画 / Further Research Plan

以上の結果から、今後の計画を以下に示す。

- ・ 衝撃発電構造の耐久性評価：現状利用の工場振動では最大加速度が20G以上となっている。そのため、耐久試験を実施し、圧電デバイスならびにパワーマネジメント回路の耐久性評価とその向上を図る。特に、外国人研究者は発電構造を、受入研究者は耐久試験を担当する。
- ・ 衝撃発電構造の高出力化：現状、1時間程度の振動から100個のデータを取得しているが、今後の外国人研究者による衝撃発電構造の更なる高出力化により、充電時間の短縮を図る。
- ・ 故障診断の正誤率の改善：RNNではサンプリング時間が50msの場合、正誤率が低下する。また、CNNでも学習用ハイパーパラメータの初期値依存により正誤率にばらつきがあり、協働してこれらの改善を図っていく。



研究講演風景/Lecture on the research



研究講演風景/Lecture on the research