

補助事業番号 2019M-119

補助事業名 2019年度 人もつなぐIoTによる熟練者の技能・ノウハウの自動デジタルデータ化と活用システムの開発 補助事業

補助事業者名 慶應義塾大学 青山英樹

1 研究の概要

工作機械は、機械加工熟練者の技能・ノウハウを基に生成された加工プログラムにより運転され、また、機械加工熟練者の経験を基に運転中に最適化されて運転されている。このため、工作機械の運転情報をIoT機能で抽出し分析することにより、機械加工熟練者の技能・ノウハウをデジタルデータ化するシステムを開発した。このシステムは、熟練者をIoTシステムに組み込むことを実現した。さらに、同データを誰もが簡易に活用できるシステムを構築し、加工に関して初心者でも、高度な加工を行うことを可能とした。

2 研究の目的と背景

本事業では、熟練者の技能・ノウハウを自動的にデジタルデータ化し、同データを簡易に活用できるシステムを構築し、経験のない人材でも高度な加工を実現するシステムを開発した。このシステムにより、熟練者不足、技能・ノウハウの伝承問題、労働力不足問題を解決することを目的とした。

3 研究内容

本研究の内容・成果は、以下の(1)、(2)としてまとめられる。

(1) 熟練加工者の技能・ノウハウの自動データベース化システムの開発

以下の①～③の項目を開発し、熟練加工者の技能・ノウハウを自動データベース化するシステムを開発した。

① 熟練加工者の技能・ノウハウの抽出

熟練加工者は技能・ノウハウに基づいて加工プログラムを生成し工作機械を運転するとともに、加工中に加工状況を経験的に把握し、不具合の回避や、より適した加工状態にするために、機械の自動運転中に加工条件を修正している。このため、工作機械の運転情報を分析することにより、熟練加工者に特別の負荷をかけることなく日常の作業の中から技能・ノウハウを抽出するシステムを開発した。

② 工作機械運転情報の取得

IoT化工作機械より、熟練作業者が操作する運転情報をネットワークを介してリアルタイムで取得した。

③ 熟練加工者の技能・ノウハウのデータベース化

以下の1)～4)の手順により、熟練加工者の技能・ノウハウをデータベース化した。

1) 運転情報から切削工具の各位置での除去形状を認識するとともに、各位置での

除去形状を加算し、加工上意味のある形状(マシニングフィーチャとよぶ)を認識した。

- 2) 除去形状の全体を、マシニングフィーチャの集合体として認識した。
- 3) 運転情報から各マシニングフィーチャの加工条件・工具経路を同定し、各マシニングフィーチャの加工情報としてデータベース化した。
- 4) 除去形状の全体を構成するマシニングフィーチャの加工順を決定する方法をルールとして抽出し、データベース化した。

(2) 熟練加工者の技能・ノウハウの自動活用システムの開発

以下の①～④の手順により、熟練加工者の技能・ノウハウを自動的に活用し、目標形状を加工するシステムを開発した。

- ① 素材形状から目標形状の差分を導出し、除去形状を求める。
- ② 除去形状を分割し、除去形状をマシニングフィーチャの集合体として認識する。
- ③ ルールデータに基づきマシニングフィーチャの加工順を決定する。
- ④ マシニングフィーチャの属性であるデータベースを活用して、加工プログラムを自動生成するシステムを開発しており、同システムより、素材形状と目標形状を入力することにより、目標形状を加工することができる。

このプロセスにより、熟練加工者の技能・ノウハウが組見込まれた加工プログラムの自動生成を可能とし、その自動活用を実現できる。

4 本研究が実社会にどう活かされるかー展望

本事業で得られた成果は、熟練技術者(熟練加工技術者)の技能・ノウハウを自動的にデジタルデータ化し、自動活用するシステムを開発しており、経験の浅い技術者でも高度な加工を実現する。

従来、熟練者の技能・ノウハウの伝承は、マン・ツー・マン形式により現場で実施されてきた。マン・ツー・マン形式による伝承では、熟練者1人から多技術者への伝承や短期間での伝承は困難であり、熟練者の高齢化や人材不足・労働力不足に対応できない。

本事業では、熟練者の日常作業の分析により自動的に技能・ノウハウを抽出し、デジタルデータ化するとともに、自動的に熟練者の技能・ノウハウを活用するシステムを開発するもので、従来の試みにはなく、新規性の高い研究である。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

本補助事業者の慶應義塾大学 青山英樹は、30年以上に渡ってCAD/CAMおよびCAD/CAMを基礎とした生産システムの教育ならびに研究に携わってきた。CAD/CAMは、コンピュータを活用した設計・加工システムである。

本補助事業では、熟練加工技術者が操作するIoT工作機械から、ネットワークを介して加工情報を抽出し、その分析に基づいて熟練加工技術者の技能・ノウハウを自動的にデジタルデータ化し、

同データを活用することにより、加工に関して初心者(未熟練者)でも高度な加工を実現することを可能としている。

すなわち、本補助事業者は、長年に培ってきたコンピュータを活用した加工の自動高度化に関するデジタル技術の研究経験をもっている。そのデジタル技術を基に、熟練加工技術者の技能・ノウハウであるアナログ技術を組み入れることにより、従来不可能であった未熟練者が高度な加工を行うことを実現している。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

下記の発表を行った。

- (1) Rei Yasuda, Hideki Aoyama: High-Precision Machining Based on the Prediction of Tool Deflection Error in End Milling, Proceedings of the 22nd International Symposium on Abrasive Technology (ISAAT2019), December 6-9, 2019, 6 pages (USB).
- (2) Tomoya Noguchi, Hideki Aoyama: Recognition of the Real Trajectory of Cutting Tool and the Improvement of Tool Path Accuracy Based on the Identification of Acceleration and Deceleration Control of Machine Tool, Proceedings of the 22nd International Symposium on Abrasive Technology (ISAAT2019), December 6-9, 2019, 8 pages (USB).

7 補助事業に係る成果物

本事業により作成した印刷物(研究報告書等)はなし。

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名: 慶應義塾大学 理工学部 青山英樹研究室

住 所: 〒223-8522

神奈川県横浜市港北区日吉3-14-1

担 当 者: 教授 青山 英樹 (アオヤマ ヒデキ)

担 当 部 署: システムデザイン工学科 (システムデザインコウガッカ)

E - m a i l: haoyama@sd.keio.ac.jp

U R L: <http://ddm.sd.keio.ac.jp/>